

Hardware

4. USB

4. ročník

USB – charakteristika



- ▶ Universal Serial Bus
- ▶ Pro připojení nejrůznějších periférií k danému zařízení
 - Navrženo kvůli sjednocení připojování periférií
- ▶ Nástupce RS-232 (*COM*)
 - Jednodušší na správu, ale pomalejší na přenos
 - Také náhrada za IEEE 1284 (*LPT*), PS/2, GamePort, ...

USB – charakteristika

▶ Umožňuje:

- Přenos informací mezi zařízeními
 - PC – mobil | PC – ext. disk | mobil – flash disk
- Napájet nejrůznější zařízení
 - Lampičky, ohřívače, větráčky, mobily, tablety, powerbanky

▶ Podpora „Plug & play“

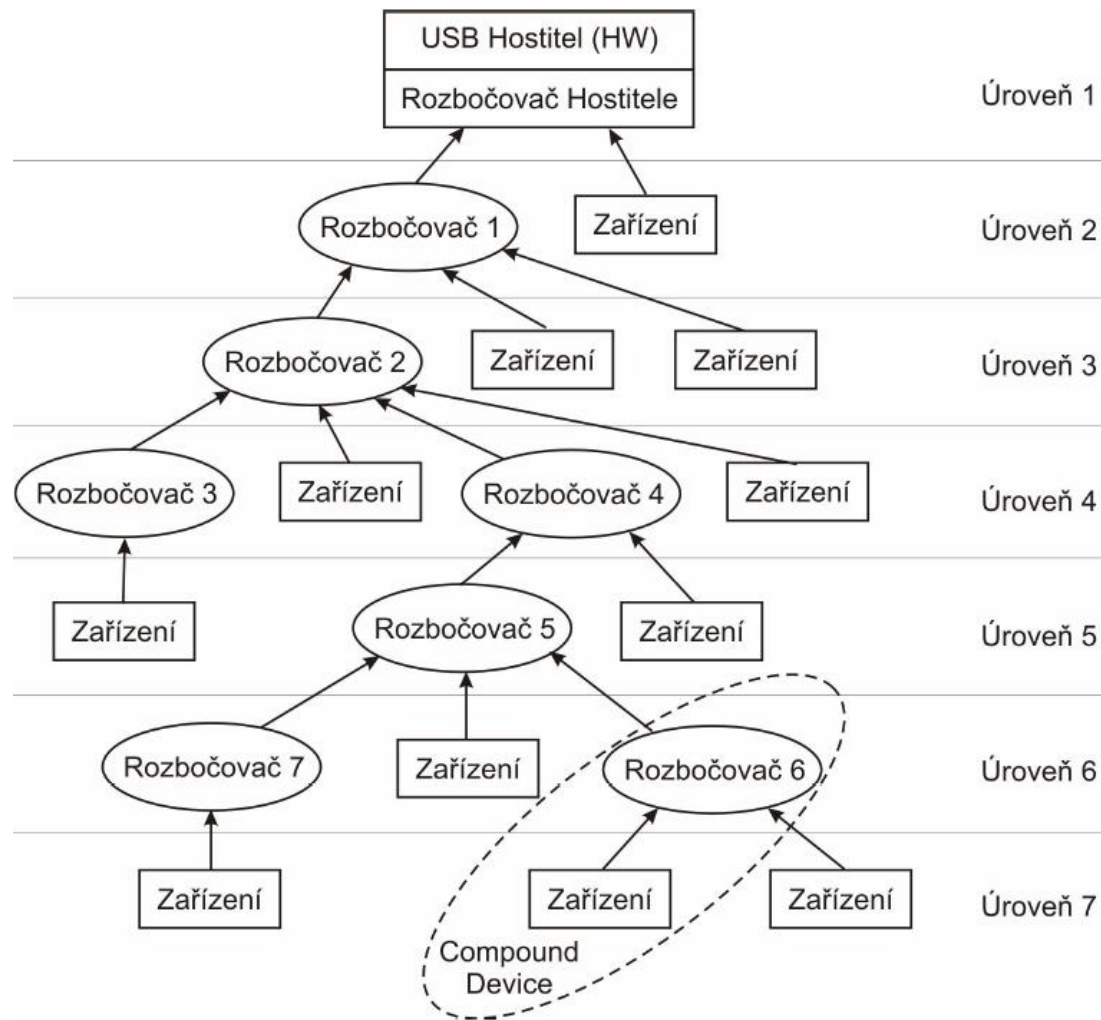
- Možnost připojení za chodu a není nutný restart zařízení
- Během „chvíle“ je možno periférii používat
- Známé ovladače se instalují automaticky, jinak ručně

▶ Komunikační vzdálenost do 5m s využitím TP

USB – charakteristika

- ▶ Využívá tzv. vrstvenou hvězdicovou architekturu
 - V centru je vždy jeden USB HUB (max. 5)
- ▶ Možnost připojit až 127 zařízení
 - Každé zařízení má přidělenou jedinečnou adresu
 - Získána po připojení ke sběrnici
 - Během inventarizace sběrnice (Enumerated)
- ▶ Jedná se o řízenou sběrnici
 - Veškeré datové přenosy inicializuje hostitelský řadič spolu s operačním systémem
 - Žádné dvě USB zařízení spolu nemohou komunikovat přímo

USB – logická struktura



USB – charakteristika

▶ Hostitelský řadič

- Host Controller
- Rozhraní mezi USB systémem a hostitelským PC
- Implementace buď SW nebo HW typu
- Společně je implementován i „kořenový rozbočovač“ a nabízí tak možnost připojení ke sběrnici

▶ Kořenový rozbočovač

- Root Hub (master)
- Nejvyšší úroveň, k níž se připojují zařízení (slave)
- Může požadovat data od jed. zařízení, ale žádné zař. nemůže samo vysílat

USB – charakteristika

NEC

► Firmy podílející se na vývoji:

- Compaq
- Hewlett-Packard
- Intel
- Lucent
- NEC
- Microsoft
- Philips

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



USB – konkurenti



► FireWire

- V každé specifikaci vždy rychlejší než USB
- Využití u dig. kamer, automobilů, větrných turbín, armáda
- Dražší na výrobu (nutná řídicí jednotka v zařízení)
- Vývoj: Apple, Texas Instruments, Sony, DEC, IBM (1986)

► Thunderbolt



- Výhrada zařízení firmy Apple
- Podporuje PCI Express, DisplayPort, dodávku energie až 100W, možnost připojit až 6 zařízení za sebou
- Rychlejší (až 40Gb/s), dražší, spec. kab.
- Vývoj: Intel (2011)

USB – krátká historie (od 1994)

- ▶ USB 1.0

- 1996

- ▶ USB 1.1

- 1998

- ▶ USB 2.0

- 2000

- ▶ USB 3.0–> 3.1 gen. 1

- 2008

- ▶ USB 3.1 gen. 2

- 2013

- ▶ USB 3.2

- 2017 – 2020

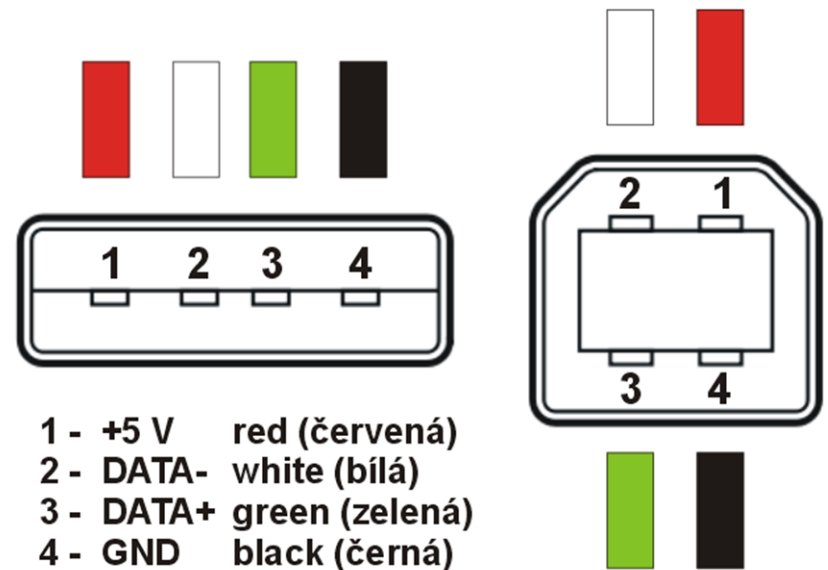
USB 1.x

- ▶ Low Speed: 1,5 Mbit/s
- ▶ Full Speed: 12 Mbit/s
- ▶ Čtyř pinový konektor
 - 2x data
 - Vcc a GND
- ▶ Pouze jeden datový proud
 - Data vždy jedním směrem v jednom časovém okamžiku
 - Half-duplex

USB 1.x

- ▶ Bez podpory prodlužovacího kabelu
 - Špatné časování a omezený výkon
- ▶ USB 1.1
 - Přijata širokou veřejností
- ▶ Pouze konektory
 - A
 - B

Schéma zapojení konektorů USB
(na panelu - ♀)



USB 2.0

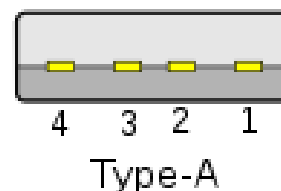


- ▶ Navýšení rychlosti
- ▶ Zpětně kompatibilní s USB 1.x
- ▶ High Speed: 480 Mbit/s
 - Bohužel díky omezení přístupu ke sběrnici je možné dosáhnout pouze rychlosti 280 Mbit/s
- ▶ Half-duplex

USB 2.0

- ▶ Odběr do 100mA na port
 - Max. 500mA jedno zařízení na celé sběrnici
 - Většinou podpora jediného portu na MB

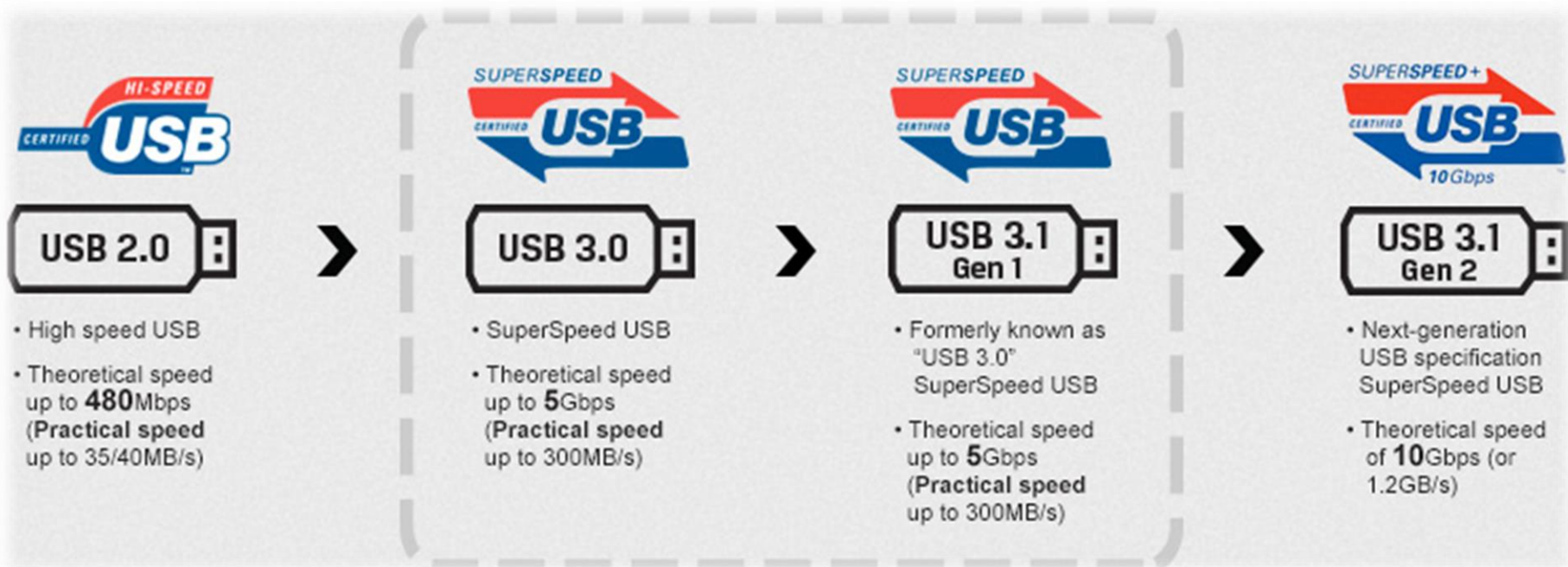
- ▶ Definice malých portů
 - Mini-A, Mini-B
 - Specifikace kabelů a konektorů Micro-USB (A/B)



USB 1.x a 2.0 – konektory



USB 3. generace




USB 3. generace

USB LOGO



USB Generation	USB 2.0 (HI-SPEED)	USB 3.0 (SUPERSPEED)	USB 3.1 (SUPERSPEED+)
Backward Compatible	USB 1.1	USB 1.1/2.0	USB 1.1/2.0/3.0
Max. Transfer Rate	480Mb/s	4.8Gb/s	10G/s
Charging Power	100 mA	900 mA	900 mA

USB 3. generace



Version	Speed	Bits/sec	HD movie 25GB
USB 1.1	Low speed (LS) Full speed (FS)	1.5 Mbps 12 Mbps	~9.25 hours
USB 2.0	High speed (HS)	480 Mbps	~14 mins
USB 3.0	SuperSpeed (SS)	5 Gbps	~70 sec
USB 3.1	SuperSpeedPlus (SSP)	10 Gbps	~35 sec

USB – princip přenosu

- ▶ Data jsou přenášena v tzv. „rámcích“, kde každý má délku 1 ms
 - Rámec se skládá z paketů
- ▶ Druhy paketů
 - Token paket
 - Datový paket
 - Handshake paket

USB – paket

- ▶ Základní prvek USB přenosu
- ▶ Token paket
 - Definuje typ transakce na USB
 - SOF – StartOfFrame
 - IN – přenos od hostitele k zařízení
 - OUT – přenos od zařízení k hostiteli
 - SETUP – start řídicího přenosu
- ▶ Datový paket
 - Samotná data, identifikátor se pravidelně mění, ošetření ztráty paketu; přenos od LSB po MSB
 - Data0
 - Data1

USB – paket

▶ Handshake paket

- Potvrzovací paket
 - ACK – kladné potvrzení (data přišla v pořádku)
 - NAK – záporné potvrzení (data nelze přijmout)
 - STALL – využito pokud není přenos kompletní

▶ Preamble paket

- Přepínání sběrnice mezi Low a Full Speed

USB protokol

▶ Využívá tzv. pozitivní potvrzování

- Dojdou-li data v pořádku vyše přijímač ACK paket
- Nastane-li chyba při přenosu, přijímač mlčí a přijatá data zahodí
 - Po určité době odesílatel pošle data znovu

▶ Paket NAK je vysílán

- Když není zařízení schopno přijmout data
 - Většinou dočasný problém
 - Přenos typu OUT -> přijímač má plný vstupní buffer
- V případě přenosu IN je vyslán paket NAK, pokud již nejsou další data pro hostitele k odeslání
- Paket NAK nikdy neposílá hostitel

USB protokol

- ▶ Pro komunikaci mezi hostitelem a EP je využíváno tzv. roury (pipe)
 - Na jedné straně EndPoint (samotné zařízení)
 - Na druhé straně vyrovnávací paměť (hostitel)
- ▶ Komunikace v rámci roury je jednosměrná
 - Pro případ obousměrné komunikace je nutno vytvořit dvě roury
- ▶ Typy rour
 - Messages
 - Streams

USB – inventarizace sběrnice

- ▶ Bus Enumeration
- ▶ Prováděna průběžně z důvodu možnosti připojení/odpojení zařízení v libovolném okamžiku
- ▶ Identifikace zařízení –> přidělení adresy
- ▶ Detekování zpráv o odpojení zařízení

USB – zjednodušená činnost

- ▶ Po sběrnici neustále kolují rámce, jak datové, tak servisní
- ▶ Chce-li zařízení vysílat/přijímat, čeká na servisní rámec
 - Zde zapíše své informace a čeká na potvrzení od Root Hub
- ▶ Po potvrzení s dalším příchozím datovým rámcem může začít komunikovat (číst/zapisovat)
- ▶ Podpora CRC
 - Jak HW, tak SW

USB – činnost podrobněji

- ▶ Většina přenosů dat (transakcí) je složena z vysílání 3 paketů
- ▶ 1) Hostitelský řadič vyšle USB paket popisující typ a směr přenosu, adresu zařízení a číslo koncového bodu (token paket)
 - Konkrétní zařízení rozpozná svou adr. a připraví se k přenosu
- ▶ 2) Zařízení nebo systém vysílají datový paket, případně oznámí, že nemají co vysílat (součástí jsou i kontrolní bity)
- ▶ 3) Ukončení transakce nastává vysláním handshake paketu, jímž se potvrdí úspěšnost

USB – typy přenosů

- ▶ USB rozlišuje celkem 4 typy EP → 4 typy přenosů
- ▶ Control Transfer
 - Pouze pomocí roury zpráv
 - Využit k detekci a konfiguraci zařízení při jeho připojení
 - Vysoká priorita a hlídání chyb
- ▶ Interrupt Transfer
 - Tam kde se periodicky vysílá malý objem dat (myš, klávesnice)
 - Systém se periodicky dotazuje na nová data (cca 100ms)
 - V případě chyby nastává opakování
 - Náročné na časování

USB – typy přenosů

▶ Isochronous Transfer

- Probíhá v reálném čase (audio, video)
- Nutné zajištění konstantní přenosové rychlosti
- Chyby se neopravují, chybná data jsou zahozena
- Náročné na časování

▶ Bulk Transfer

- Přenos většího množství dat, jež vyžadují detekci chyb, ale nejsou časově kritická (skener, tiskárna, externí disk)
- Rychlost je dána vytížením sběrnice
- Opakování přenosu v případě chyb

KONEC

Zdroje

- ▶ <https://vyvoj.hw.cz/navrh-obvodu/rozhrani/usb/usb-universal-serial-bus-popis-rozhrani.html> [11. 11. 2018]
- ▶ https://cs.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus#USB_1.1 [11. 11. 2018]
- ▶ <https://cs.wikipedia.org/wiki/FireWire> [11. 11. 2018]
- ▶ <https://en.wikipedia.org/wiki/USB> [11. 11. 2018]
- ▶ <https://www.quora.com/Who-designed-the-USB-symbol-Whats-the-story-behind-the-individual-or-group-who-designed-it-and-the-design-process-they-pursued> [11. 11. 2018]
- ▶ <https://www.backblaze.com/blog/whats-diff-thunderbolt-vs-usb/> [11. 11. 2018]
- ▶ <https://cdr.cz/clanek/usb-3-1-konektor-typ-c> [11. 11. 2018]

Zdroje

- ▶ https://www.kingston.com/us/usb/usb_30 [2. 12. 2018]
- ▶ <http://alienware-forum.de/index.php/Thread/7397-USB-3-1-Ports/> [2. 12. 2018]
- ▶ <http://www.fit.vutbr.cz/study/courses/PZ2/public/TEXTY/USB.pdf> [16. 12. 2018]
- ▶ <https://vyvoj.hw.cz/navrh-obvodu/rozhrani/rs-485-rs-422/usb-20-typy-a-formaty-prenosu.html> [16. 12. 2018]
- ▶ <http://home.zcu.cz/~eckhardt/popis.html> [16. 12. 2018]
- ▶ <https://vyvoj.hw.cz/navrh-obvodu/rozhrani/usb/usb-universal-serial-bus-popis-rozhrani.html> [16. 12. 2018]
- ▶ <https://thunderbolttechnology.net/> [13. 1. 2019]
- ▶ <https://jablickar.cz/konektor-neni-to-stejne-jako-rozhrani-aneb-usb-c-a-thunderbolt-3/> [13. 1. 2019]
- ▶ <https://cs.wikipedia.org/wiki/FireWire> [13. 1. 2019]