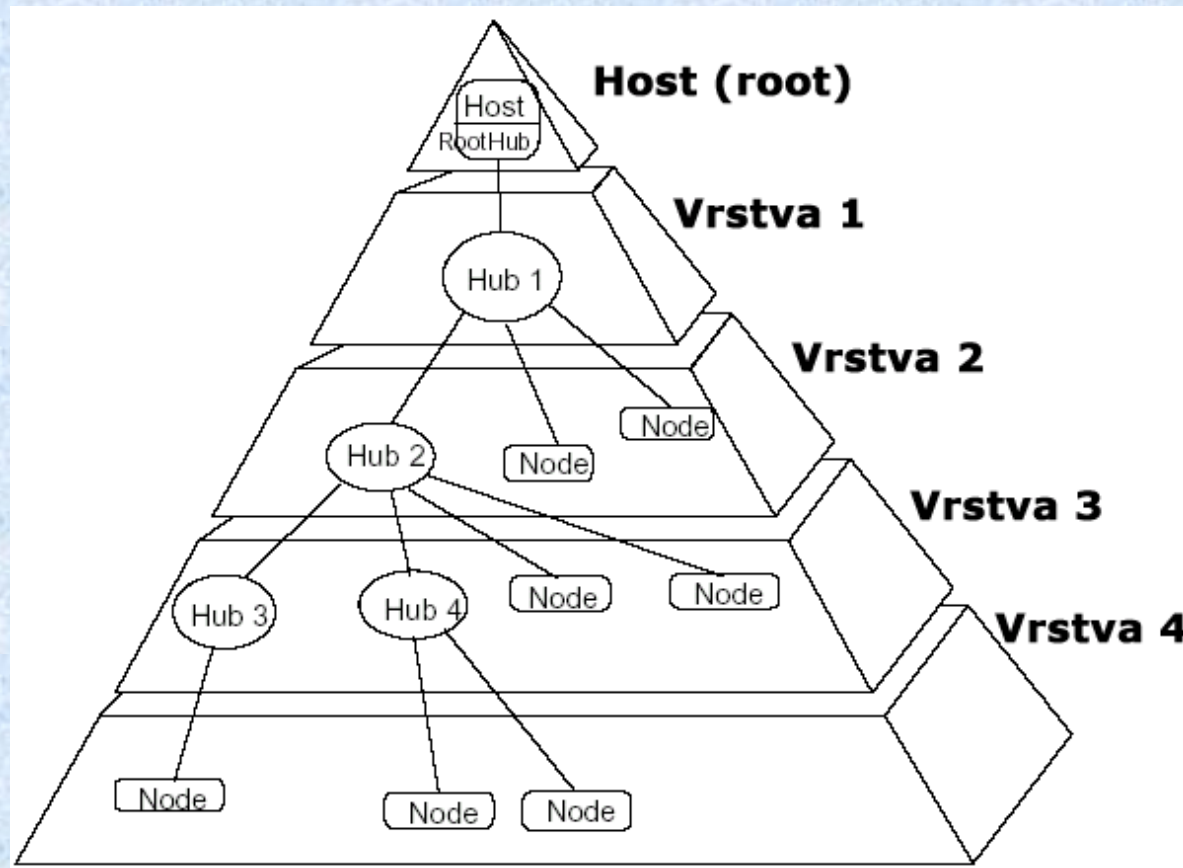


# Rozhraní USB

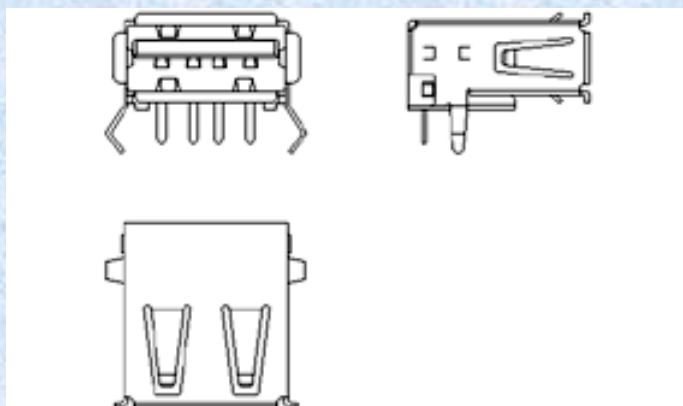
- sériové rozhraní
- rychlost 1.5, 12, 480 Mb/s, 4.8Gb/s
- připojení zařízení až na vzdálenost 5 m
- možnost napájení z konektoru
- až 127 připojených zařízení
- podpora plug & play
- topologie založená na USB rozbočovačích (HUB), které zároveň prac. jako opakovače (repeater – zesiluje signál)

# Architektura

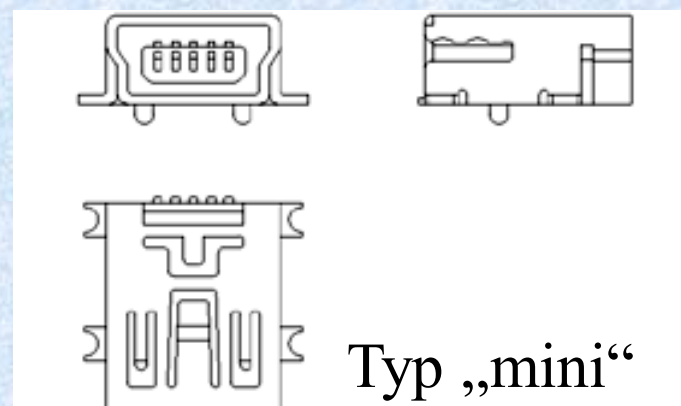


- max. 7 hubů, max. 127 zařízení

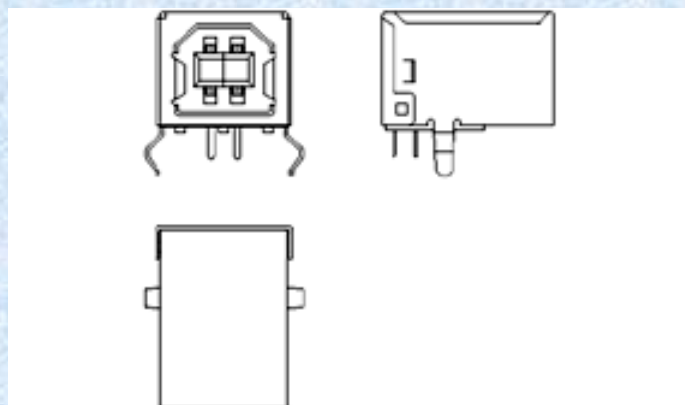
# Konektory



Typ A

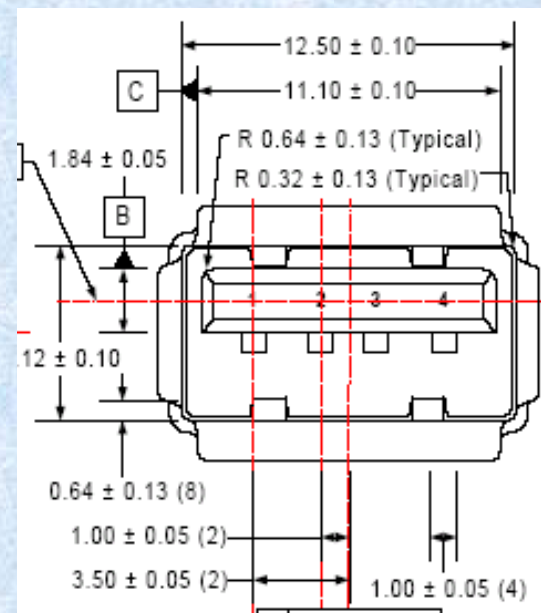
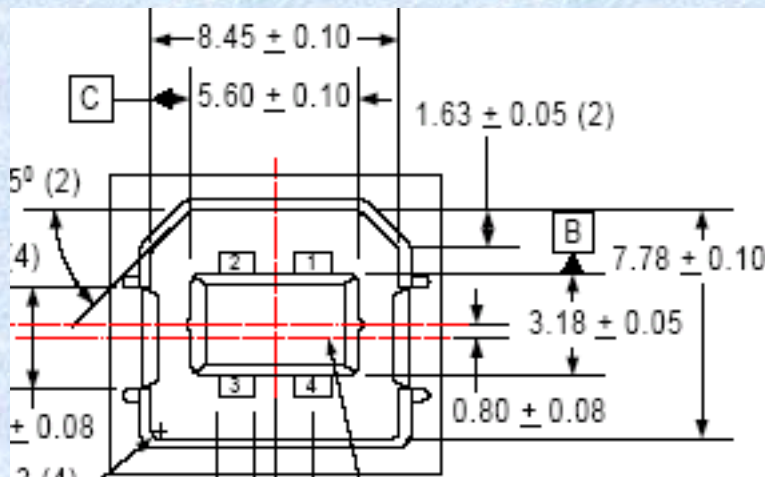


Typ „mini“



Typ B

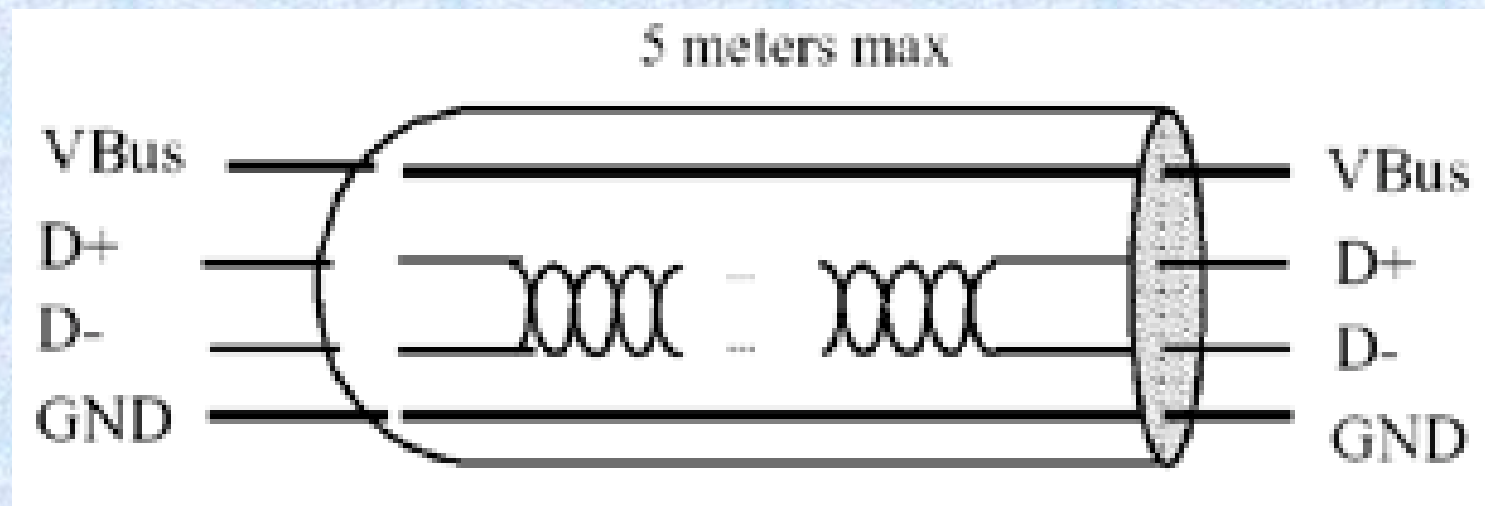
# Vývody konektoru



Číslo vývodu	Význam	Barva
1	+5 V	červená
2	Data -	bílá
3	Data +	zelená
4	GND	černá

# Kabel

- stíněný nebo nestíněný (pro Low Speed, max. délka 3 metry)
- data krouceným párem, napájení rovně
- stínění je připojeno jen na straně počítače k pinu GND, zařízení ho již nepřipojuje





# Verze USB

- 1.1
  - teoretická propustnost max. 12 Mb/s
- 2.0
  - teoretická propustnost max. 480 Mb/s

<b>Low Speed</b>	<b>1.5 Mb/s</b>
<b>Full Speed</b>	<b>12 Mb/s</b>
<b>High Speed</b>	<b>480 Mb/s (60 MB/s)</b>

- 3.0
  - Super Speed - teoretická propustnost max. 4.8 Gb/s (600 MB/s), 8 vodičů (6 datových + 2 napájecí)

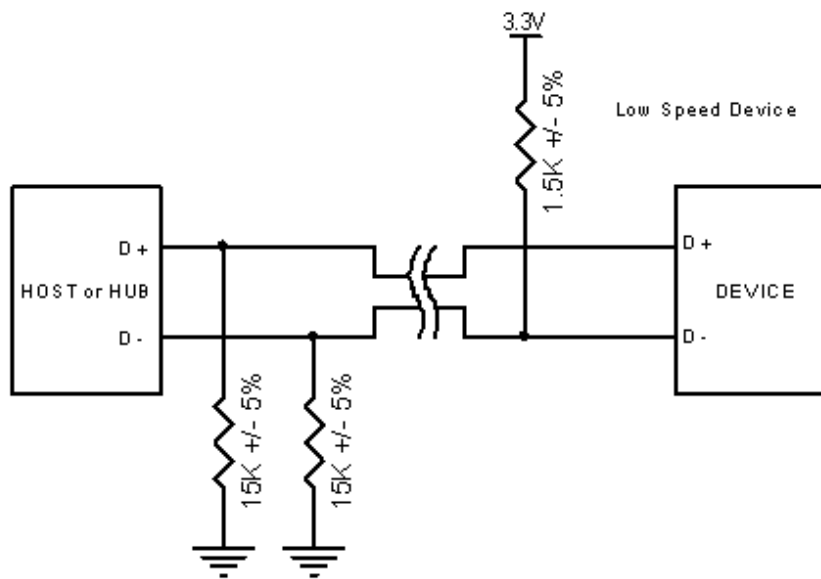
Rychlost je závislá na limitech technologie, množství Hubů na cestě, délce kabelu a konstrukci samotného zařízení.

Reálná přenosová rychlost bývá sotva poloviční (2.0 – 30 MB/s, 3.0 – 60 MB/s)

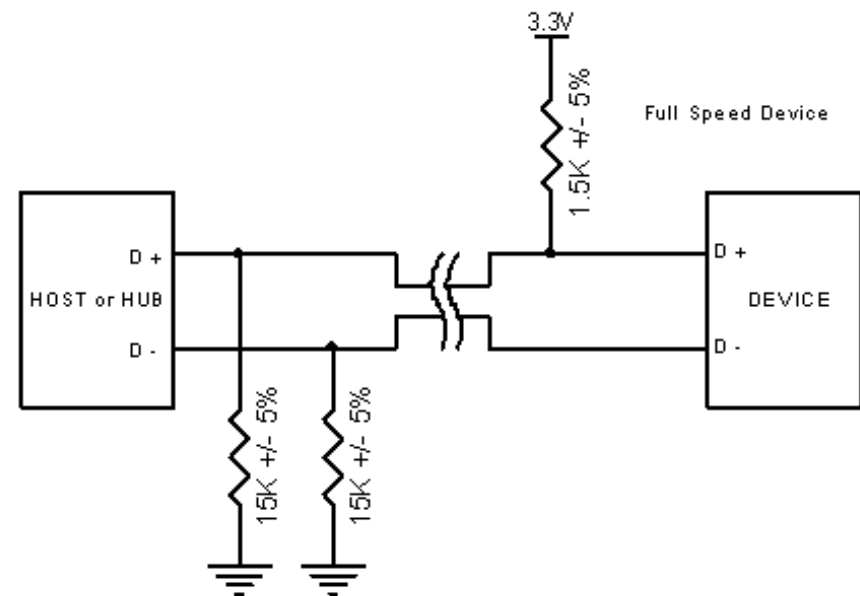
# Definice rychlosti zařízení

- Zařízení mohou být připojena za chodu, je třeba jejich zařízení rozpoznat a určit rychlost, s jakou jsou schopna komunikovat.
- Řešení: změna napětí na některém z datových vodičů.

## Low Speed



## Full Speed



# High Speed

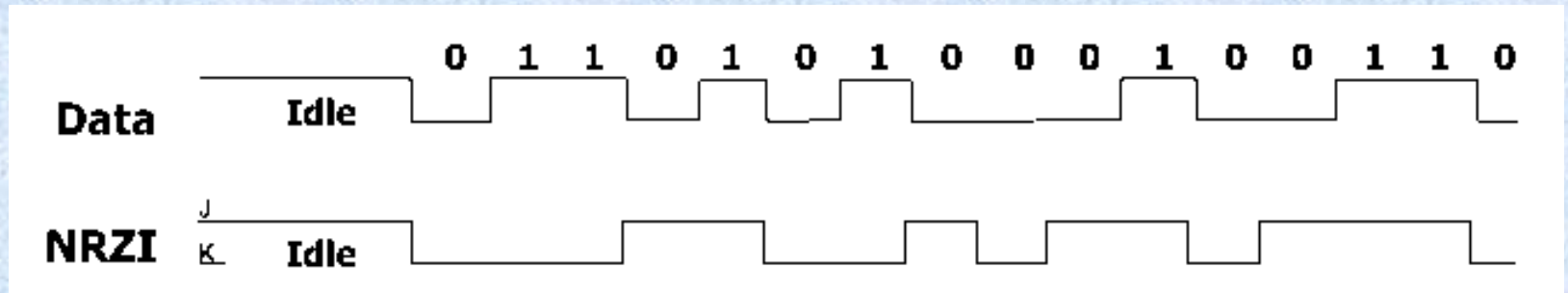
- Zapojeno stejně jako Full Speed a z počátku také tak komunikuje, zvýšení rychlosti je potom řešeno softwarově.
- Zařízení USB 1.1 nemusí podporovat Full Speed
- Zařízení USB 2.0 nemusí podporovat High Speed



# Přenos dat

- není přenášen hodinový signál
- příjemce se synchronizuje podle dat
- kódování NRZI (Non Return to Zero Invert)
- bit stuffing
- datové vodiče přenáší vzájemně negovaný signál (snížení vlivu rušení)

# Kódování



- 0 – změna úrovně
- 1 – ponechání úrovně
- Na počátku přenosu sync-byte 00000001

# Bit Stuffing

- příjemce se synchronizuje podle dat  
⇒ nutno zajistit dostatečný počet změn
- po každých 6-ti jedničkách vložena nula
- příjemce nuly navíc odstraňuje
- paket obsahující víc než 6 jedniček za sebou je ignorován

# Napájení z USB

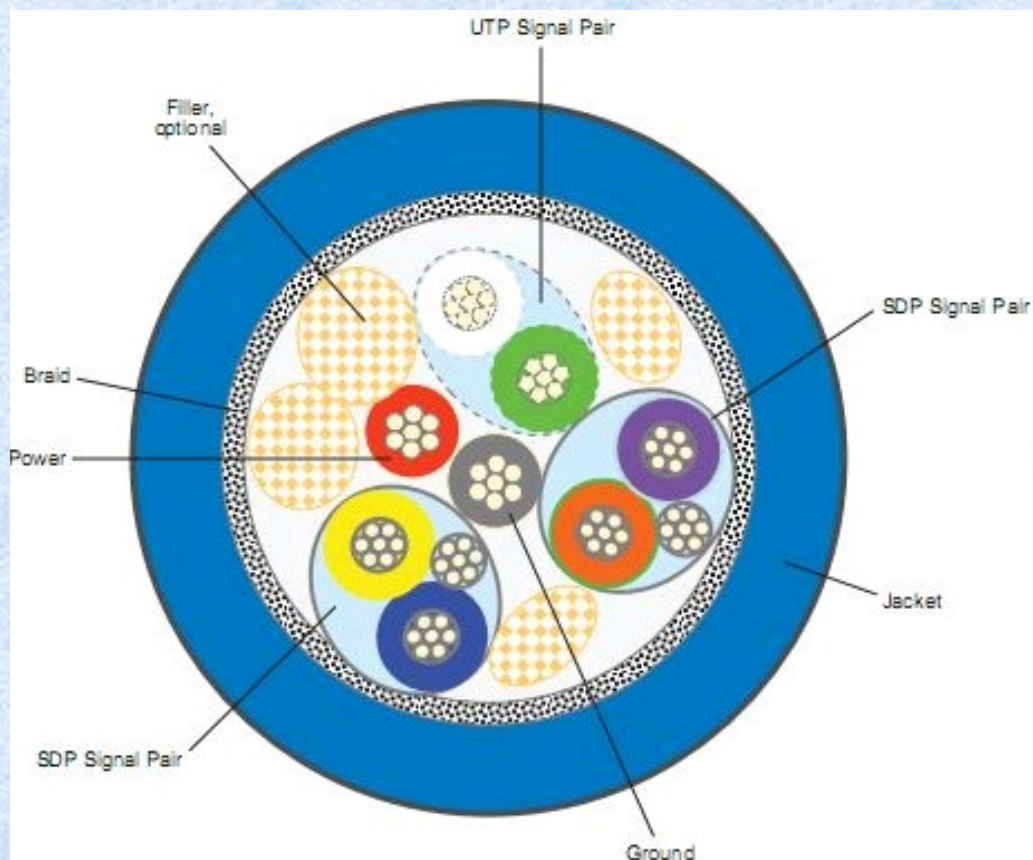
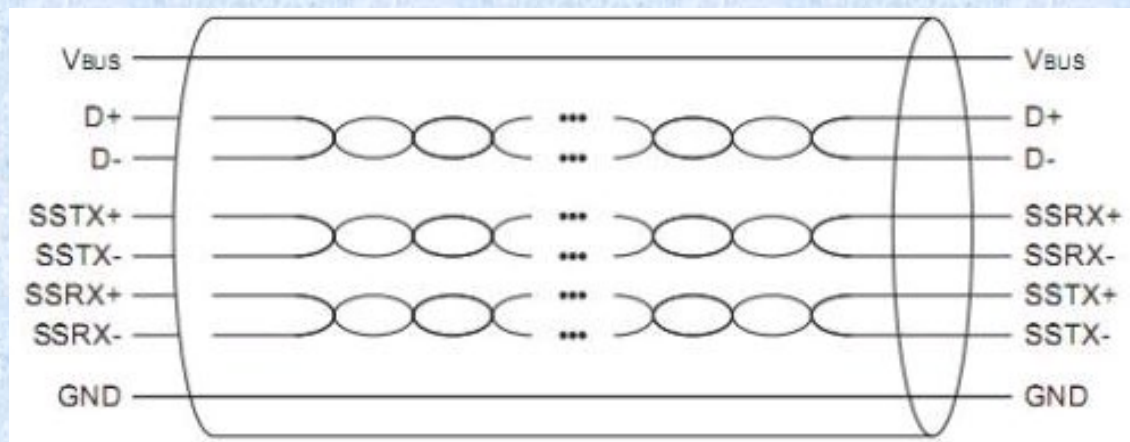
- hub dodává 4.75 – 5.25 V, max. pokles o 0.35 V
- zařízení odebírá max. 100 mA
- zařízení může požádat až o 500 mA, pokud jsou k dispozici, dostane je
- zařízení může specifikovat, že potřebuje méně
- hub napájený po sběrnici je schopen dodávat max. 100 mA na port
- USB 3.0 – max. 900 mA
  - vylepšená správa napájení
  - existují 3 úsporné režimy

# Organizace sběrnice

- one-master, tj. většinou počítač, veškerá aktivita vychází od něj
- zařízení může zahájit přenos jen po vyzvání
- 1.0 a 2.0 – poloviční duplex
- 3.0 – plný duplex – lze komunikovat v obou směrech současně

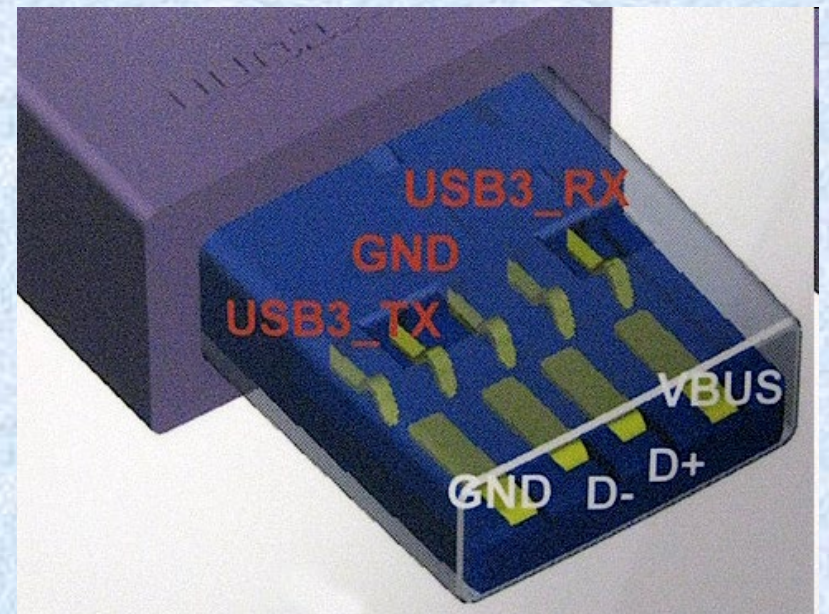
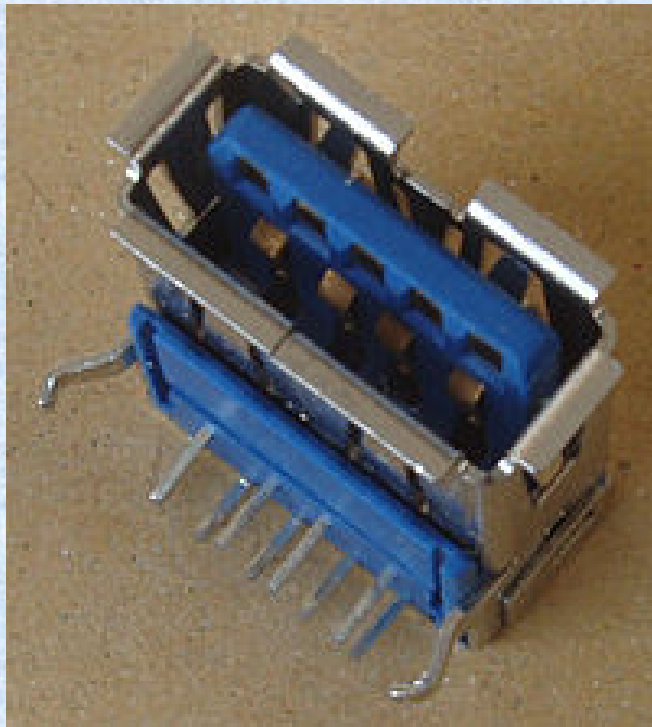
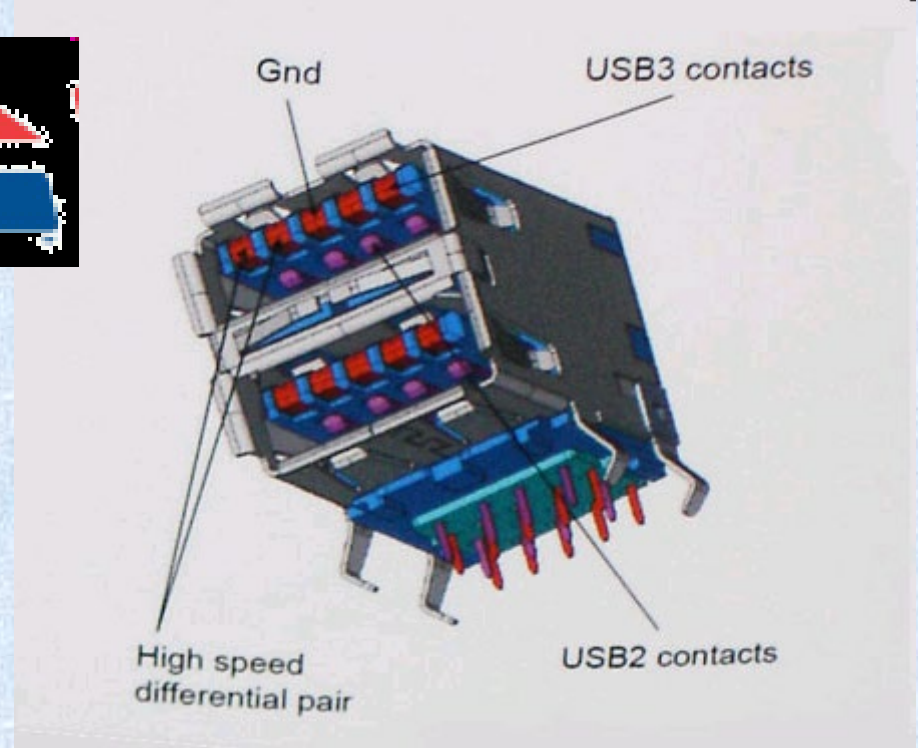


# USB 3.0



Oproti USB 2.0 přibyli dva diferenciální páry - SSTX (+/-) - twistovaný pár pro Super Speed (USB 3.0) ve směru vysílání a SSRX (+/-) - twistovaný pár pro Super Speed (USB 3.0) ve směru příjmu. Dva vodiče D(+/-) slouží pro zpětnou kompatibilitu s USB 2.0 (standardní USB 2.0 sběrnice). Zbylé dva vodiče jsou napájecí.

# USB – 3.0





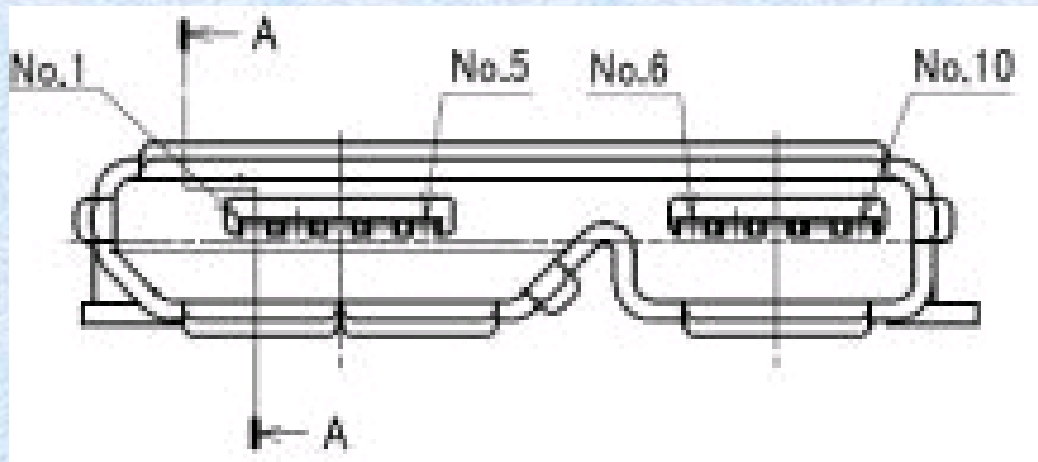
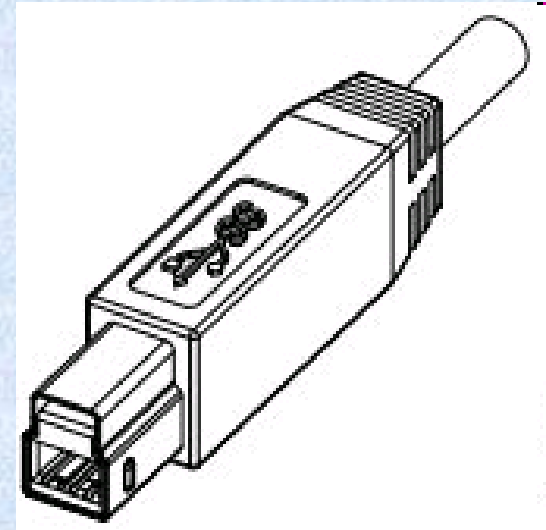
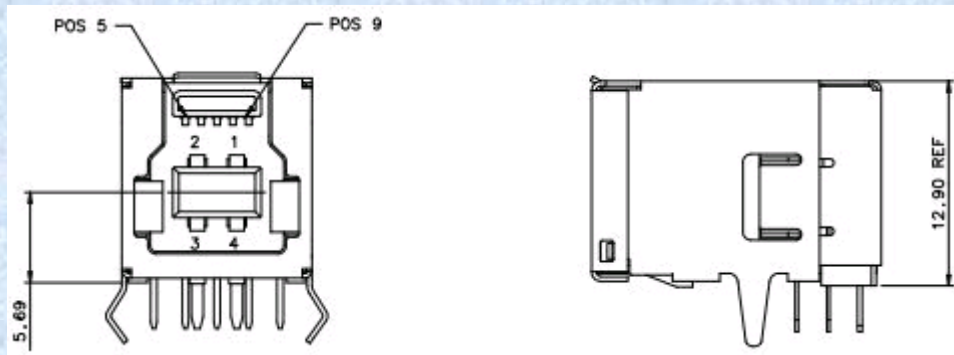
# USB 3.0 & USB 2.0

- **3.0 Duální simplex** – přenos dat mezi USB zařízením a PC je obousměrný (data jsou současně vysílána i přijímána)
- **2.0 Poloviční duplex** – přenos je pouze jednosměrný – v jednom okamžiku jsou data buď přijímána, nebo vysílána, není možné zároveň posílat a přijímat

# Kompatibilita USB 2.0 a 3.0

- Pokud bude třeba připojit zařízení USB 2.0 ke konektoru USB 3.0 na PC bude vše v pořádku, opačně však všechny nové piny konektoru do staršího USB 2.0 připojit nepůjdou.
- Zpětná kompatibilita je zajištěna tak, že konektor USB 3.0 "obsahuje" zachovaný starý konektor USB 2.0, do kterého lze zařízení USB 2.0 i připojit.
- Obráceně to však již nepůjde u všech typů konektorů.

# Konektory typu B a micro USB





# Přehled - Wikipedie

Generace	Rok vydání	Přenosová rychlost		Označení	Poznámka
USB 1.0	1996	1,5 Mbit/s	187,5 kB/s	Low Speed	
USB 1.1	1996	12 Mbit/s	1,5 MB/s	Full Speed	
USB 2.0	2001	480 Mbit/s	60 MB/s	High Speed	
USB 3.0	2011	5 Gbit/s	625 MB/s	Super Speed	
USB 3.1 Gen 1	2014	5 Gbit/s	625 MB/s	Super Speed	= USB 3.0
USB 3.1 Gen 2	2014	10 Gbit/s	1,25 GB/s	Super Speed+	
USB 3.2 Gen 1	2017	5 Gbit/s	625 MB/s	Super Speed	= USB 3.1 Gen 1 = USB 3.0
USB 3.2 Gen 2	2017	10 Gbit/s	1,25 GB/s	Super Speed 10Gbps	= USB 3.1 Gen 2
USB 3.2 Gen 2x2	2017	20 Gbit/s	2,5 GB/s	Super Speed 20Gbps	
USB 4.0	2019	40 Gbit/s	5 GB/s	Super Speed 40 Gbps	

USB 3.1  
Type-C



USB 2.0  
Standard-A



USB 3.1  
Standard-A



USB 2.0  
Micro-B 5 Pin



USB 3.1  
Micro-B 10 Pin



USB 2.0  
Mini-B 5 Pin



USB 2.0  
Type-B



USB 3.0  
Type-B



Starý název	USB 3.0	USB 3.1	USB 3.2
Nový název	USB 3.2 Gen 1	USB 3.2 Gen 2	USB 3.2 Gen 2x2
Marketingové označení	SuperSpeed USB	SuperSpeed USB 10 Gbps	SuperSpeed USB 20 Gbps
Šířka pásma	5 Gbps	10 Gbps	20 Gbps
Konektor	USB-A a USB-C	USB-A a USB-C	pouze USB-C

# USB 3.1 - USB type C

rychlost až **10Gb/s**, oboustranný konektor

## USB Type-C – Additional Characteristics

Mechanical specs (preliminary):

- Receptacle opening: ~8.3mm x ~2.5mm
- Durability: 10,000 cycles
- Improved EMI and RFI mitigation features
- Power delivery capacity: 3A for standard cables  
5A for connectors

Functional capabilities:

- USB 2.0: LS/FS/HS
- USB 3.1: Gen1 (5Gbps)/Gen2 (10Gbps)
- Enhanced power delivery options
  - Extended 5V current ranges plus USB PD
- Docking support
  - USB PD-based interface configuration option

USB 3.1  
Standard-A

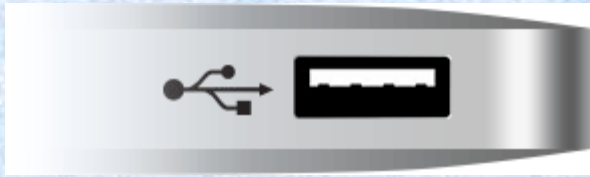
USB 3.1  
Type-C

USB 3.1  
Micro-B

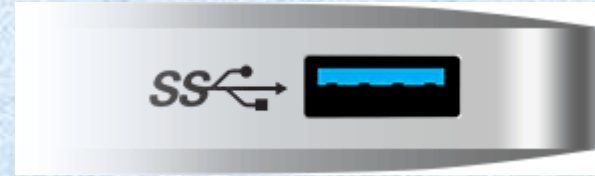
IDF14



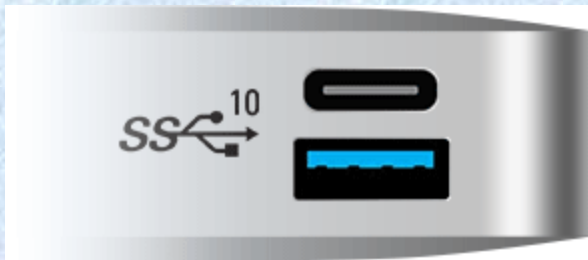
# ***USB standardy a konektory***



**USB 2.0**  
až 480 Mb/s



**USB 3.0**  
až 5 Gb/s



**USB 3.1**  
až 10 Gb/s



**USB 3.2**  
až 20 Gb/s



**USB4**  
až 40 Gb/s



**Thunderbolt 3**  
až 40 Gb/s



# Použité zdroje:

- PŮHONÝ, Jan. Vyšla specifikace USB 3.0 [online]. [cit. 9.9.2013]. Dostupný na WWW: <http://www.hw.cz/teorie-a-praxe/dokumentace/vysla-specifikace-usb-30.html>
- REDAKCE HW SERVERU, USB - Universal Serial Bus - Popis rozhraní [online]. [cit. 9.9.2013]. Dostupný na WWW: <http://www.hw.cz/navrh-obvodu/rozhrani/usb/usb-universal-serial-bus-popis-rozhrani.html>
- HORÁK, Jaroslav. *Hardware učebnice pro pokročilé*. Brno: CPRESS, 2007, ISBN 978-80-251-1741-5.
- DEMBOWSKI, Klaus. *Mistrovství v HARDWARU*. Brno: CPRESS, 2009, ISBN 978-80-251-2310-2.
- <https://www.alza.cz/usb-c>