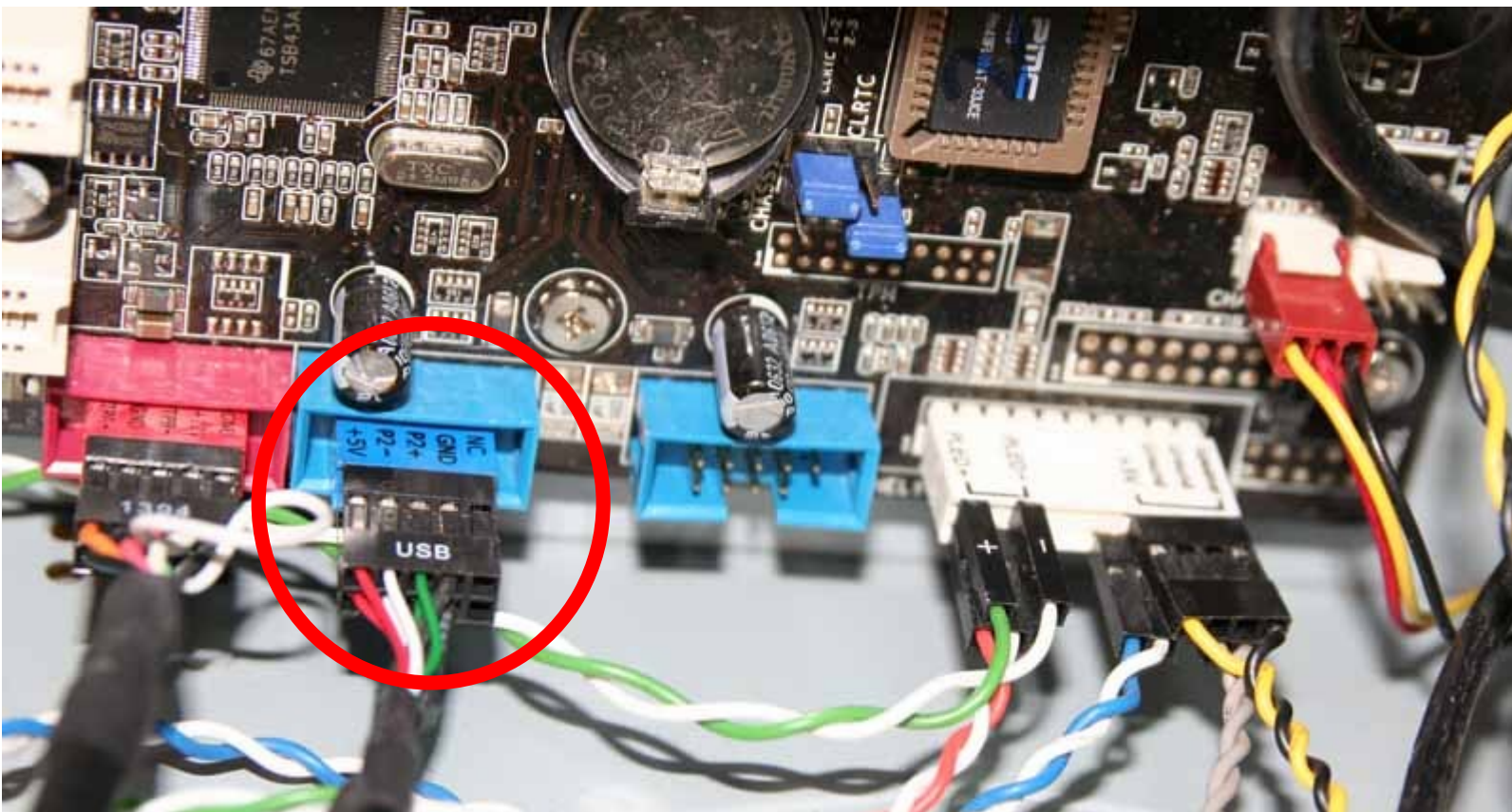
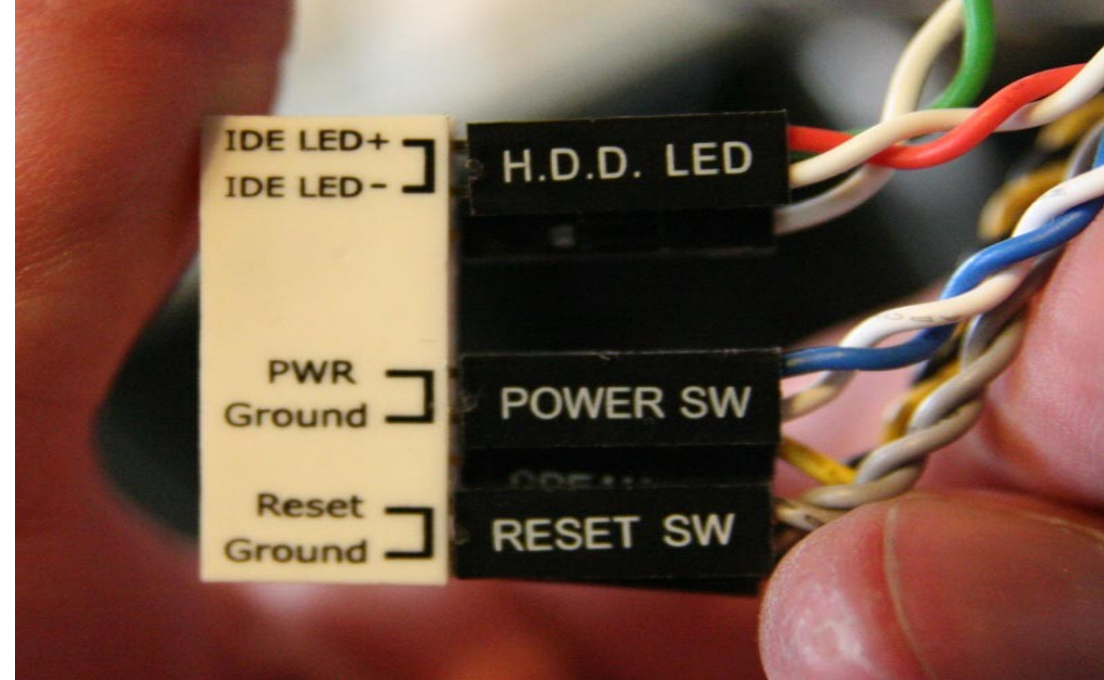
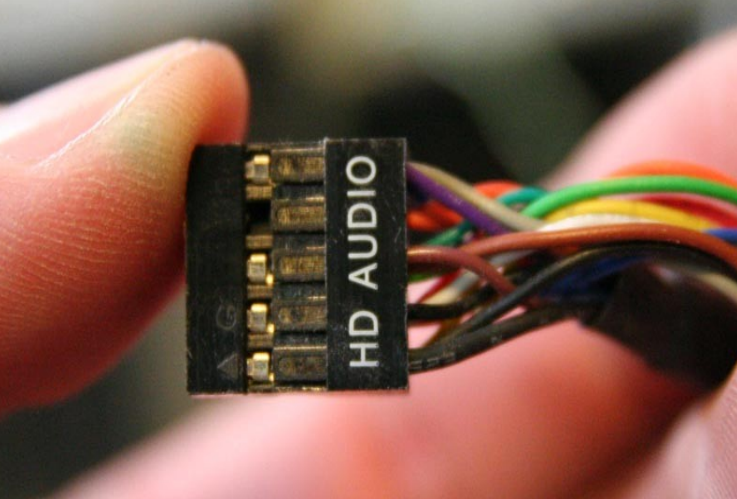


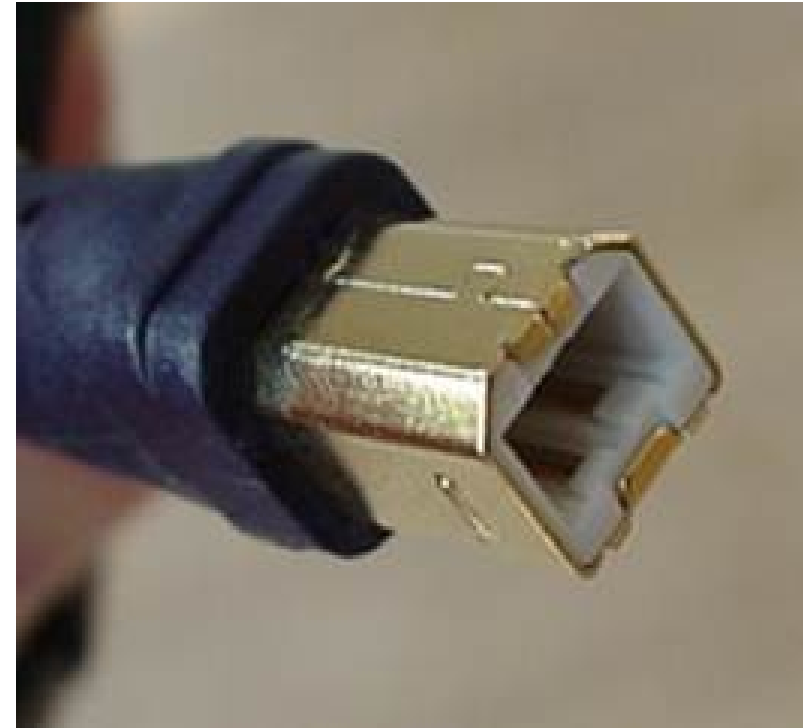
Základné pojmy

- Simplex
- Duplex
 - Halfduplex
 - Fullduplex





Čo o ňom vieme povedať?



Koľko má konektorov?

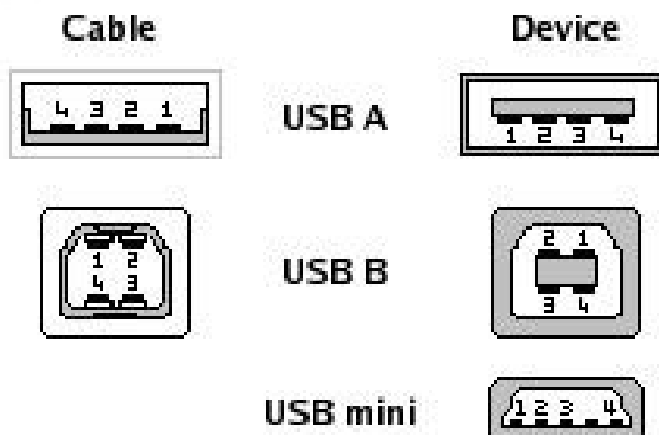
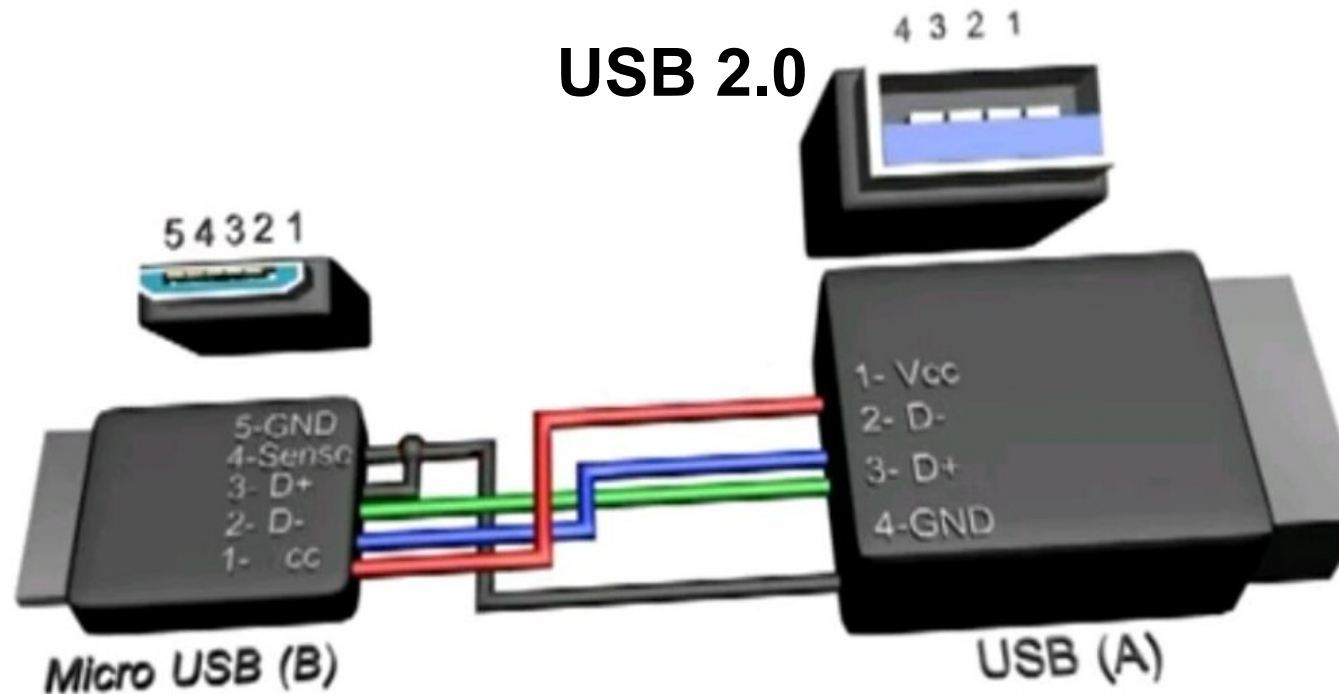
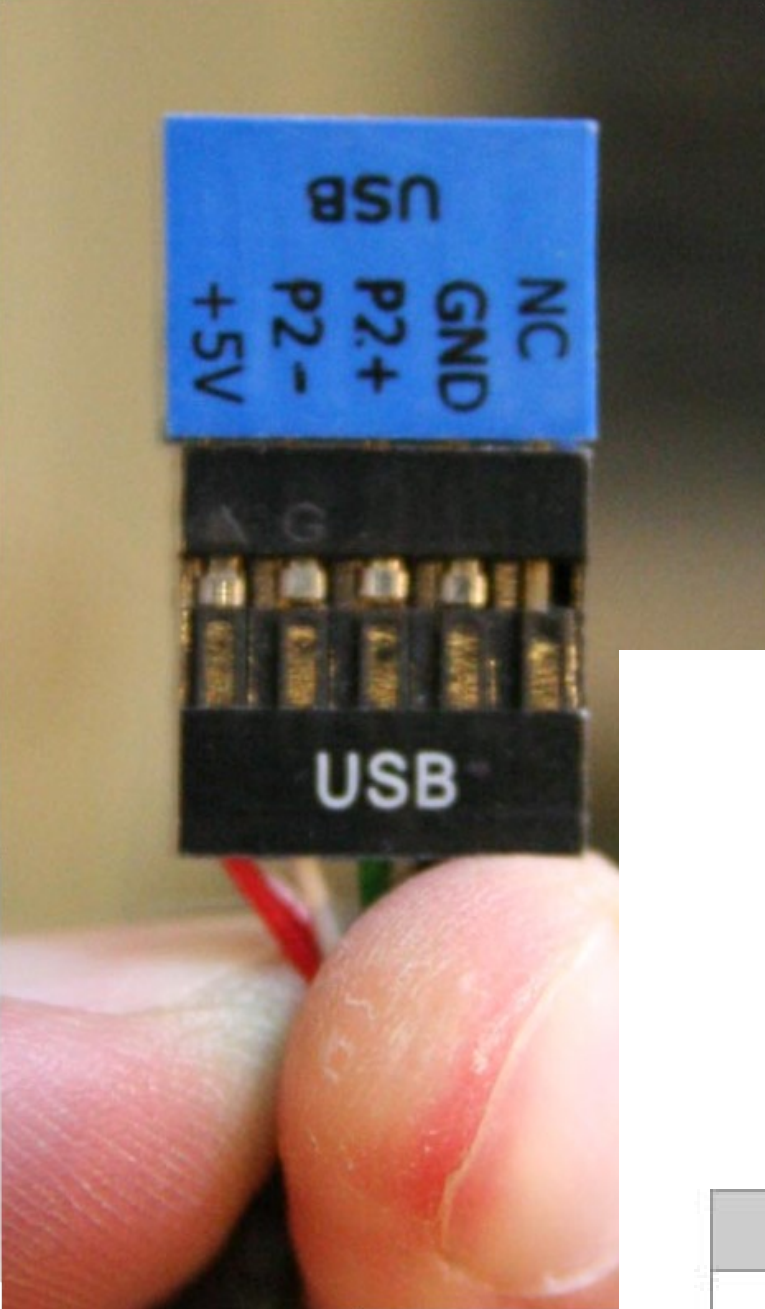
USB A vs. USB B



USB 2

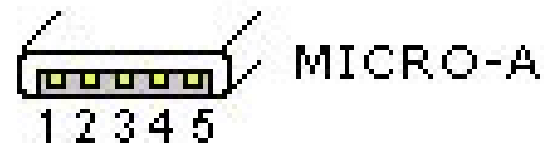
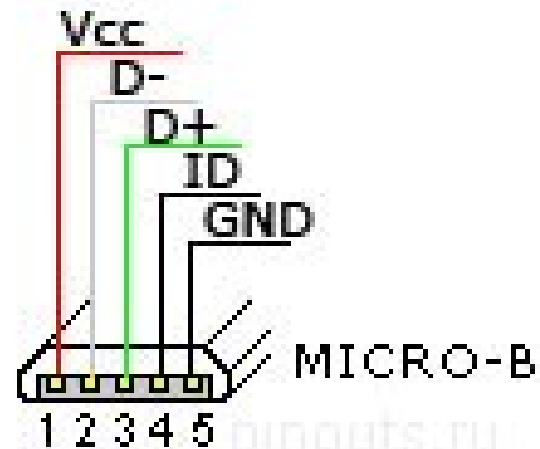


vysokorýchlostné prepojenie 2 PC
- treba špeciálny SW



Pin	Signal	Color	Description
1	VCC	■	+5V
2	D-	■	Data -
3	D+	■	Data +
4	GND	■	Ground

Micro-USB pinout



Micro-USB is a standard USB connector for a wide range of portable devices, including cell phones and smartphones

pinoutsguide.com/PortableDevices/micro_usb_pinout.shtml

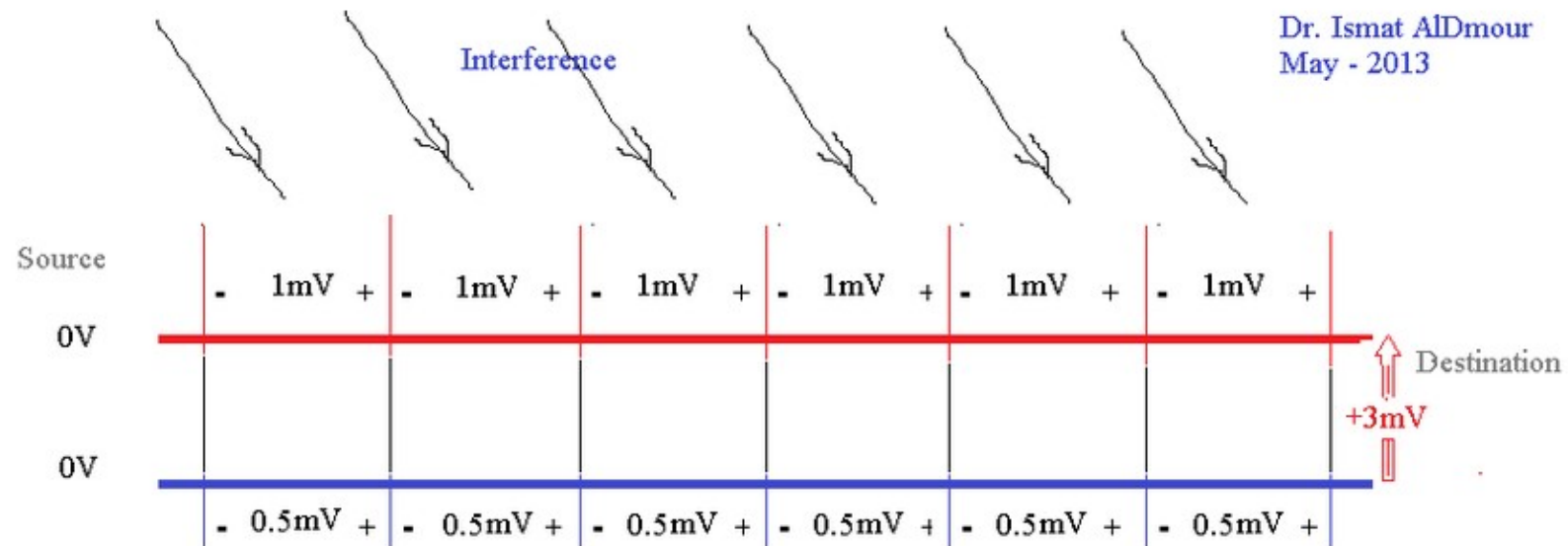


Figure 1: Parallel Pair, the interference causes higher pickup-voltages in red (closer) than blue wire.

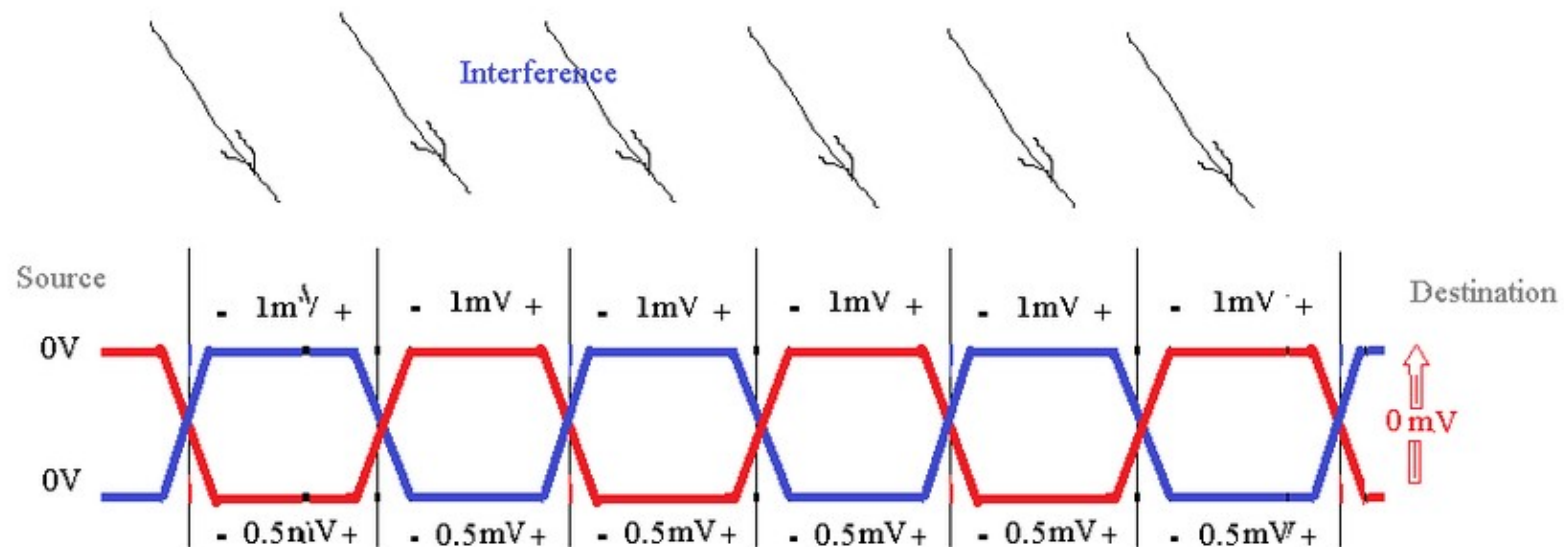
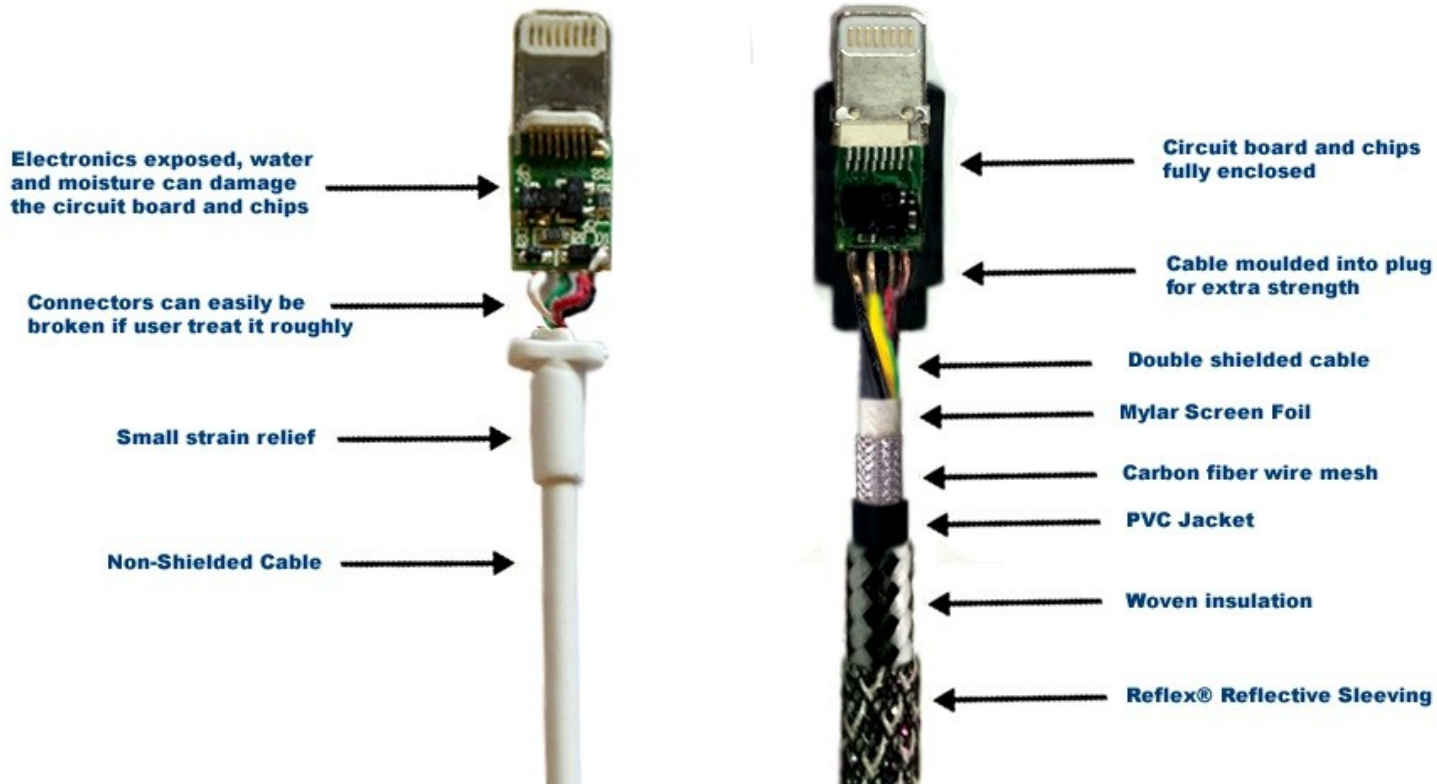


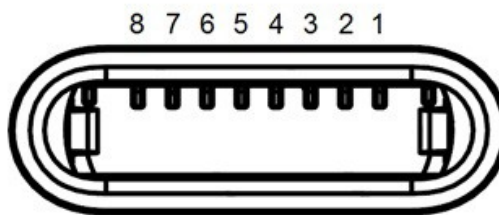
Figure 2: Twisted Pair, the interference alternatively produces high and low pickup-voltages in both wires.



Apple Lightning connector

www.sajidrehman.tk

Apple Lightning Connector



Lightning Receptacle View

Lightning používa USB 2.0
štandard - 480Mbps
USB-C používa USB 3.0 (USB 3.1
Gen 1) – 5Gbps (pri USB 3.1 gen
2 až 10Gbps)

Pin	Name	Description
1	GND	Ground
2	L0p	Line 0 positive
3	L0n	Line 0 negative
4	ID0	Identification/Control 0
5	PWR	Power
6	L1n	Lane 1 negative
7	L1p	Lane 1 positive
8	ID1	Identification/Control 1



Viac zariadení? AKO?





USB hub

- s napájaním (self-powered)
- bez napájania (bus-powered)

USB štandard podporuje až 127 zariadení
(až v 7 úrovniach USB hubov)

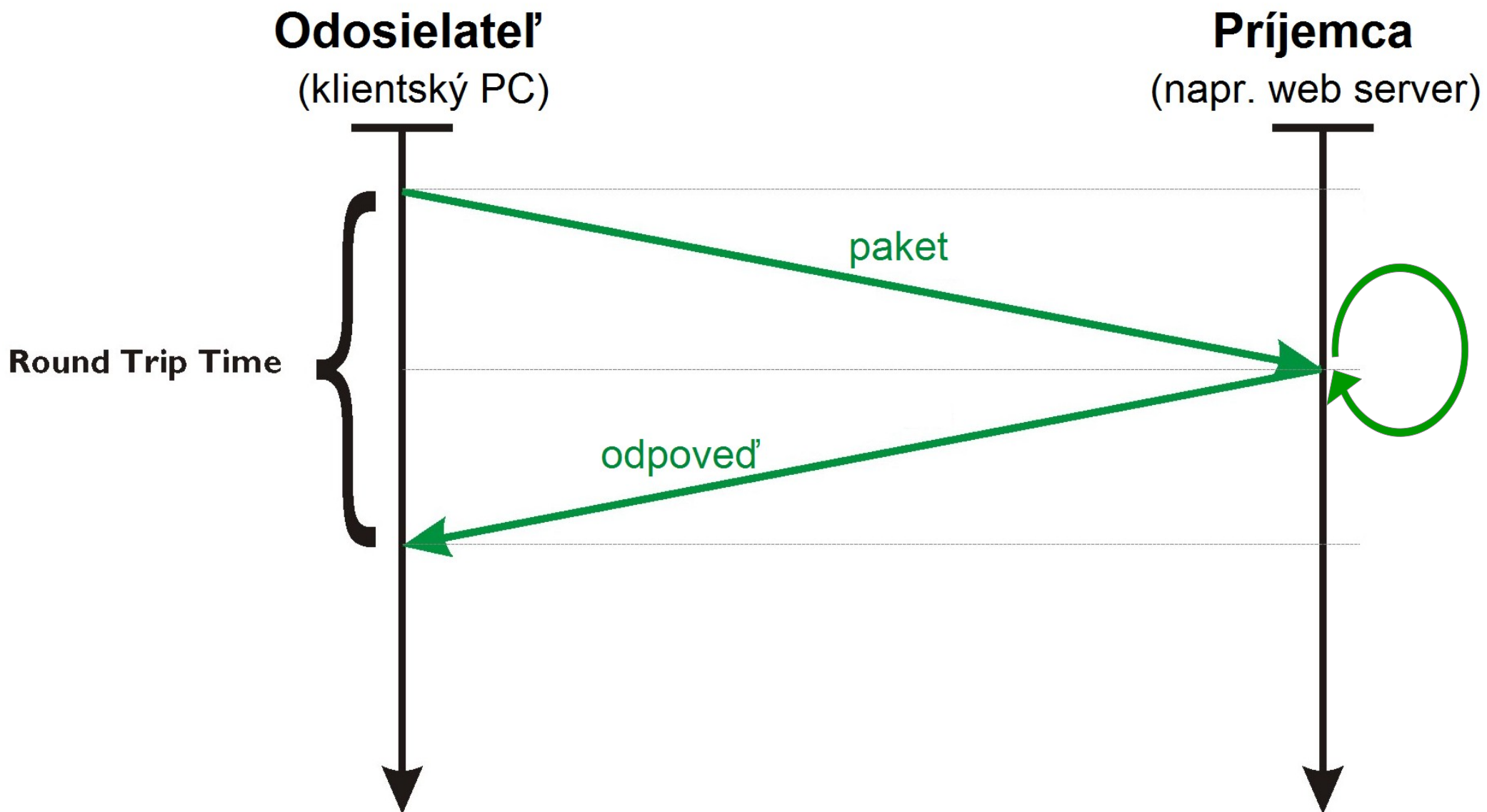
napájanie z USB:

- USB 2.0 – max 500 mA, 5V
- USB 3.0 - 900mA

<http://computer.howstuffworks.com/usb3.htm>



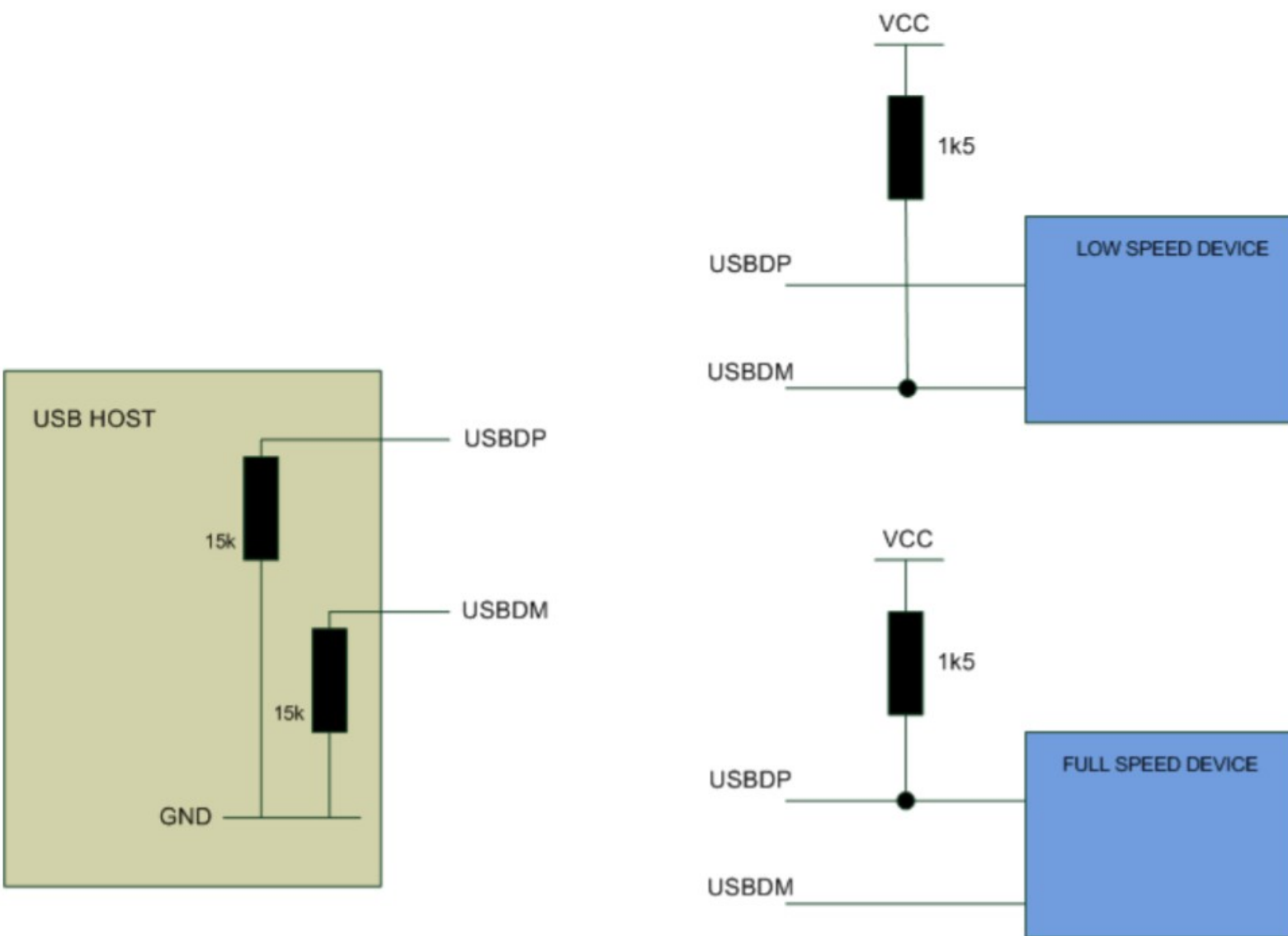
Round-Trip Time



- maximálna dĺžka USB 2.0 kábla pri rýchlosti 480Mbps je **X m.**
- Koľko je X?
 - Remember? **$s = v \cdot t$** :)
 - maximálne dovolené oneskorenie (**round-trip-time** delay) je pre USB 2.0 zadefinované **1.5 μ s**
 - > odpoveď na príkaz musí prísť do 1.5 μ s od odoslania príkazu
 - inak sa príkaz považuje za stratený
 - to dĺžku stále nedefinuje lebo...
 - ak uvažujeme o oneskoreniach spôsobených spracovaním príkazu na strane príjemcu a rozbočovačmi, maximálne oneskorenie spôsobené káblom jedným smerom musí byť **< 26ns**
 - ak je max rýchlosť prenosu v medenom kábli 192 000 km/s, aký dlhý teoreticky môže byť teda USB 2.0 kábel?
 - **$s = 192\,000\,000\text{m/s} * 26 * 10^{-9} \text{ s} = 4.992 \text{ m}$**

USB proces

1. štart USB hostiteľa (host)
2. zistenie pripojených USB zariadení. AKO?
(15kOhm rezistory – ďalší slide)
3. priradenie adries pripojeným zariadeniam - enumeration
4. zistenie typov data transferov
 - Control (konfigurácia zariadenia po jeho pripojení)
 - Interrupt (malé objemy údajov s dôrazom na skoré doručenie -myš, klávesnica...)
 - Bulk (hromadný – max rýchlosť, s detekciou chýb prenosu – USB kľúč, ZIP mechanika, tlačiareň...)
 - Isochronous (dáta citlivé na zachovanie časovania – realtime video z kamery apod.)
5. zistenie požiadaviek na šírku prenosového pásma od pripojených zariadení
6. pri požiadavkách nad 90% pásma odmietanie obslúženia ďalších zariadení

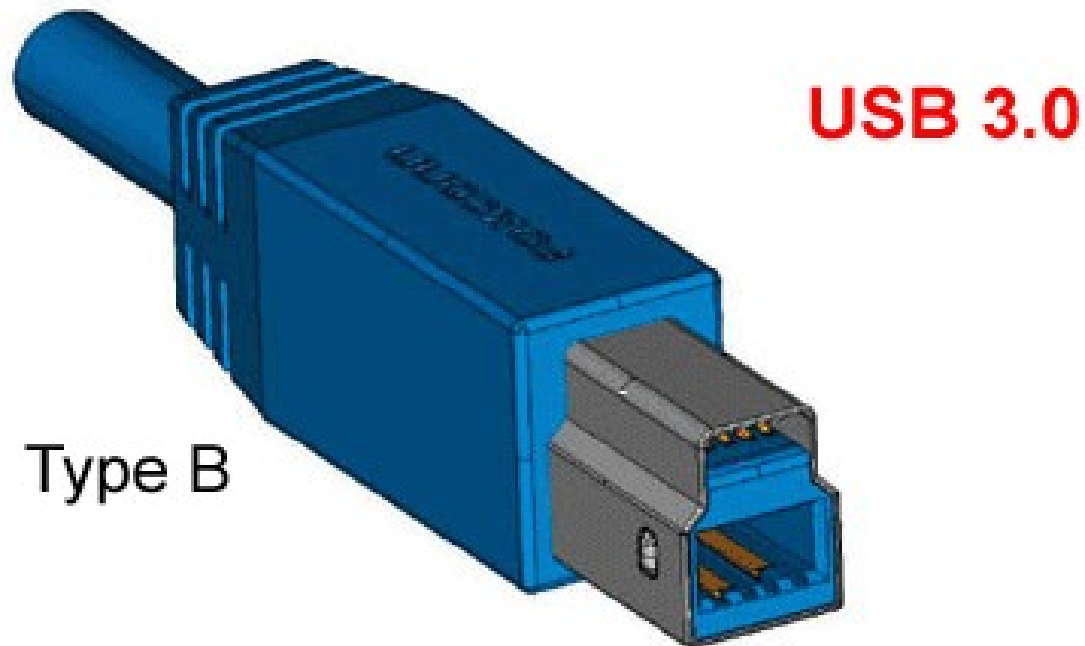
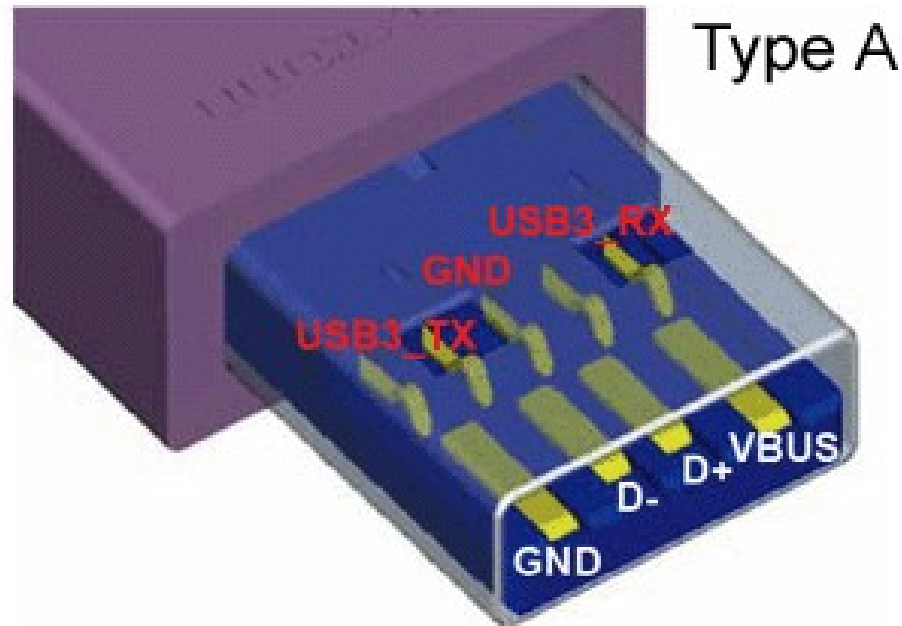


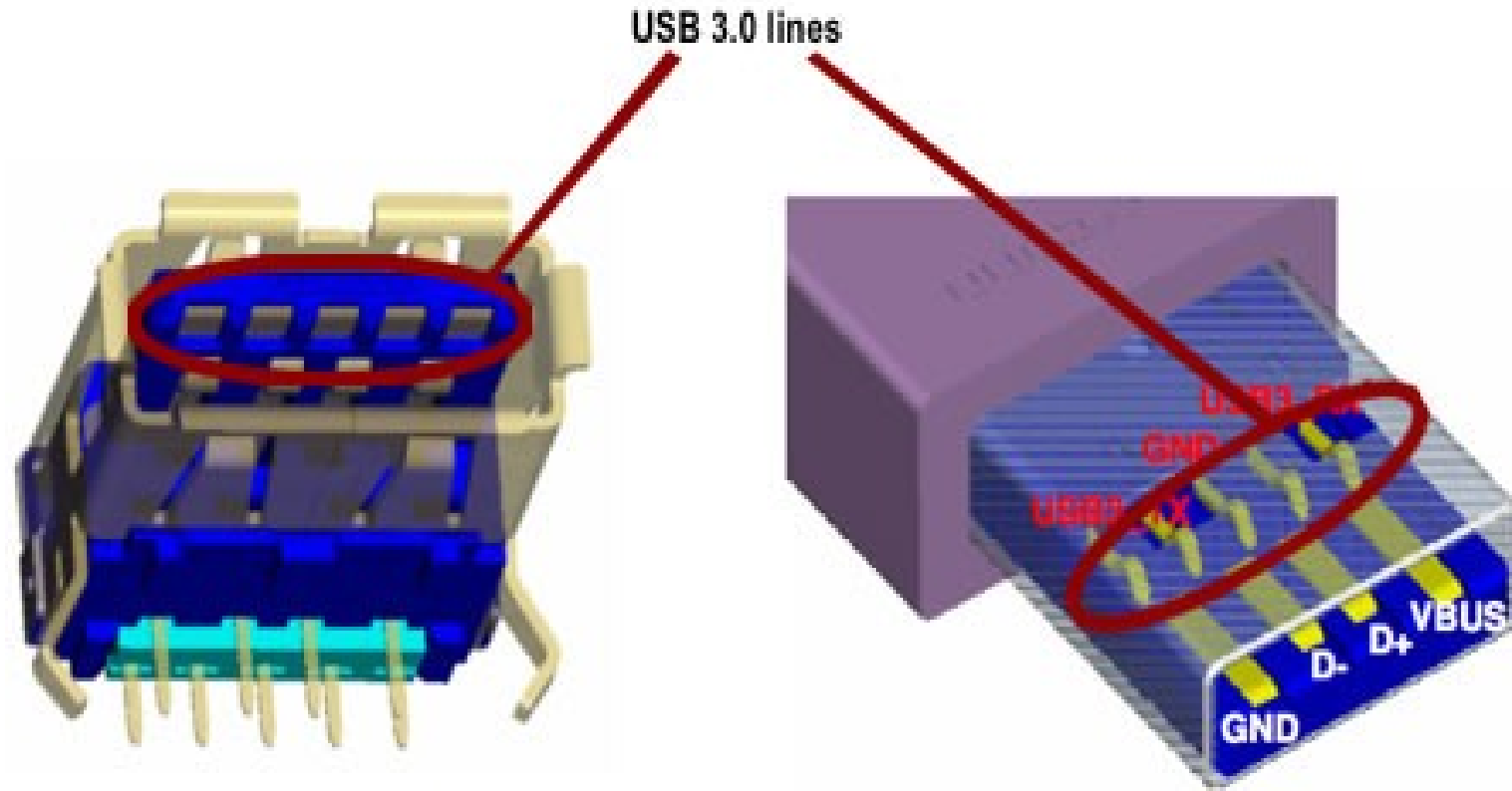
Zdroj: [Bit.ly/2IIJTUR](https://bit.ly/2IIJTUR)

high speed – host vyskúša a ak odpovie, pokračuje

USB 3.0 = USB 3.1 gen 1

From Computer Desktop Encyclopedia
Reproduced with permission.
© 2009 Intel Corporation





<http://www.tomshardware.com/reviews/usb-3.0-superspeed-external-enclosure,2597-2.html>

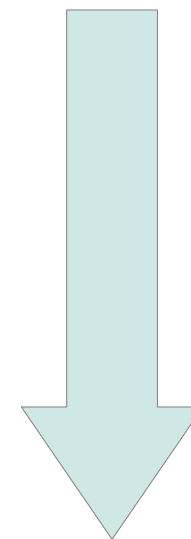
- väčšia šírka pásma - USB 3.0 používa navyše dve jednosmerné cesty – príjem a vysielanie zvlášť
- lepšie využitie zbernice – pakety NRDY a ERDY umožňujú zariadeniu asynchrónne informovať počítač o svojej (ne)pripravenosti komunikovať
- rýchlosť prenosu: USB 2.0 – 480 Mbps
USB 3.0 – 5 Gbps = ~ 10x vyššia rýchlosť

prenos: tok 8bitov zakódovaných v 10b – takže koľko reálne prenesieme Gbps?
=> surové dáta teda prechádzajú teoretickou max rýchlosťou 4Gbps, prakticky 3.2Gbps

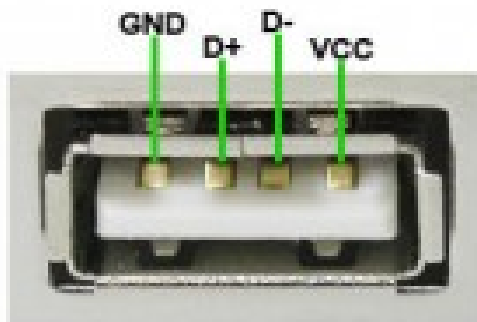
- USB 3.0 nedefinuje max dĺžku kábla, iba to, aby kábel spĺňal určitú elektrickú špecifikáciu (prakticky je dĺžka max 3m)

USB 3.1 gen2

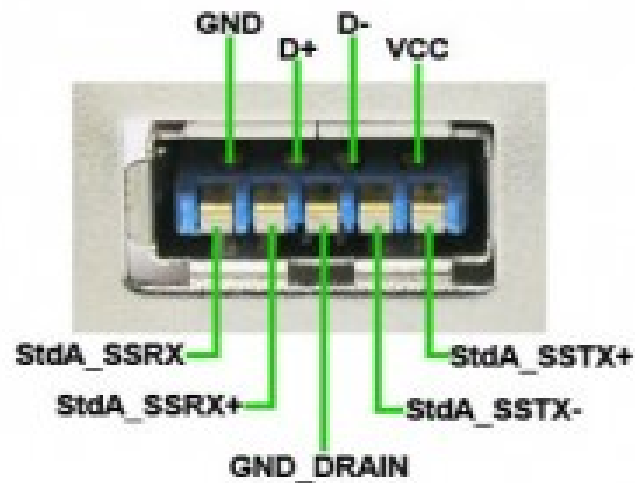
- Označenie aj SuperSpeed USB 10Gbps alebo SuperSpeed +
- júl 2013
- Teoretická rýchlosť 10Gbit/s
- Efektívnejšie kódovanie 128b/132b – iba 1.5% redundancie
 - Realita testov – 7.2Gbit/s
- Napájanie až 2 A pri 5 V, prípadne až 5 A pri 12 V alebo 20 V



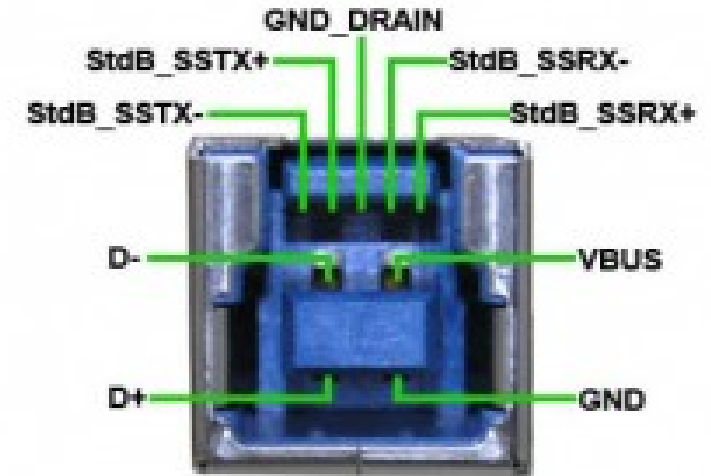
Hi-Speed USB 2.0 A plug pinout



SuperSpeed standard A plug pinout



SuperSpeed standard B plug pinout



BY: AIR T



USB 2.0 A
plug pinout



USB 3.0 A
plug pinout

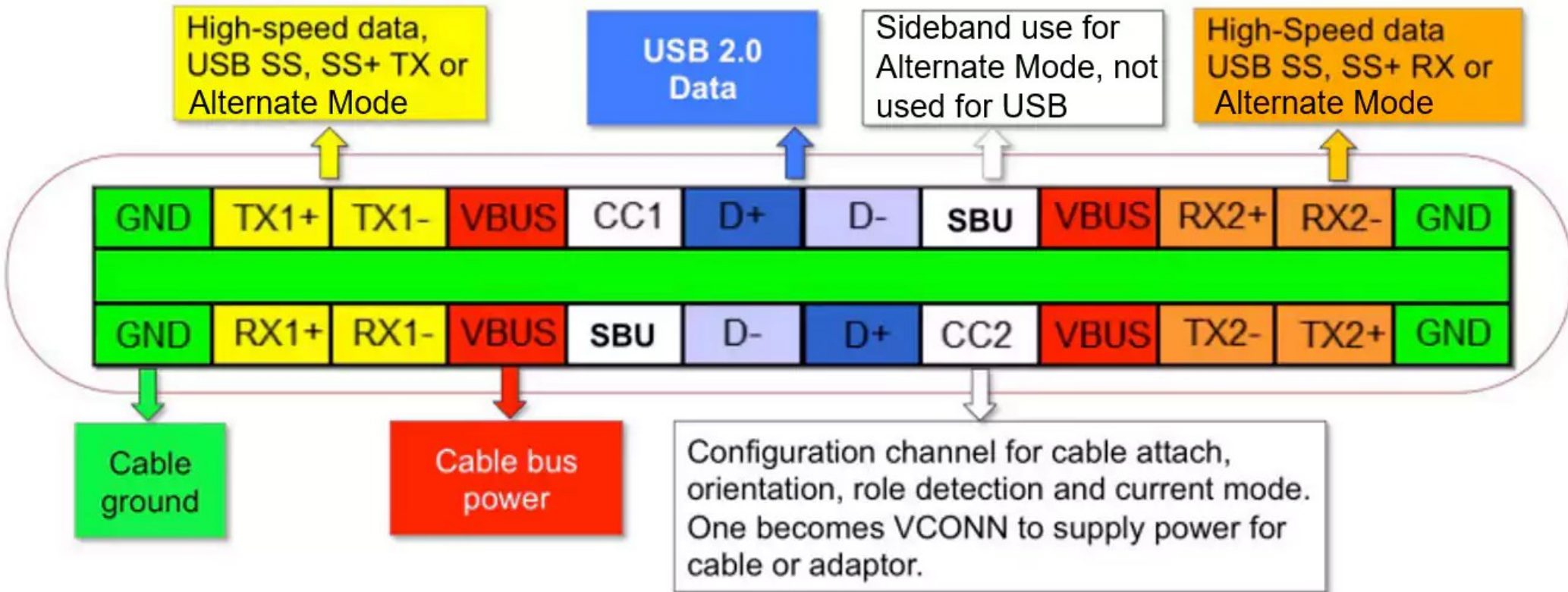


USB 3.0 micro-B
plug pinout



USB 3.0 B
plug pinout

USB C



- Reverzibilita pripojenia
- Obojsmerné napájanie
- V kombinácii s USB Power Delivery až 20V pri 5A
- Oproti USB 2.0 pridané 2 Tx a 2Rx jednosmerné cesty

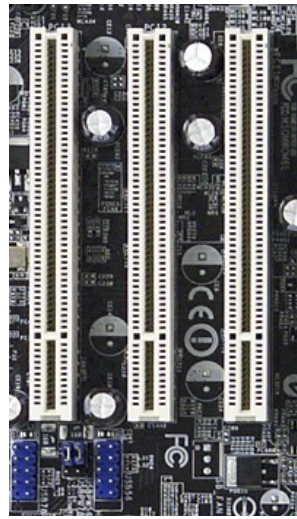
Version	Speed	Data transfer at a time	Power	Encoding	Backward compatibility	Max cable length	Release
USB 0.8	1.5 Mbit/s	One side	5V, 1.5 A	Unicode	Yes	3 Meter (9'10")	December 1994
USB 1.0	Low speed: 1.5 Mbit/s, Full speed: 12 Mbit/s	One side	5V, 1.5 A	Unicode	Yes	3 Meter (9'10")	January 1996
USB 1.1	12 Mbit/s	One side	5V, 1.5 A	Unicode	Yes	3 Meter (9'10")	August 1998
USB 2.0	480 Mbit/s	One side	5V, 1.8A	Unicode	Yes	5 Meter (16'5)	April 2000
USB 3.0	5 Gbit/s	Both side	5V, 1.8A	8b/10b	Yes	3 Meter (9'10")	November 2008
USB 3.1	10 Gbit/s	Both side	20V, 5A	8b/10b	Yes	3 Meter (9'10")	July 2013
USB Type-C	10 Gbit/s	Both side	5V, 3 A	8b/10b	Need connecter	3 Meter (9'10")	August 2014



Spätná kompatibilita?

Peripheral Component Interconnect – PCI zbernica

- **zdieľaná zbernica**
- **šírka zbernice 32 bitov** (alebo 64b)
 - 32-bit PCI slot má 62 pinov, 64-bit PCI slot má 94 pinov
- prístup na PCI zbernicu je **riadený tzv. master-om** v danom čase. Master prístupuje k zbernici iba jednosmerne (umožňuje zariadeniu pripojenému k zbernici iniciovať transakcie) – toto je tzv. „first-party DMA“
 - existujú aj tzv. „third-party DMA“ zbernice kedy prístup na ňu riadi špecializovaný DMA controller
 - (prístup „first-party DMA“ nie je vhodný pre real-time OS, kt. potrebujú riadiť zbernicu pomocou „schedulera“ a nevedia zabezpečiť vopred definovateľné oneskorenie)
- frekvencia PCI zbernice sa prispôsobuje **najpomalšiemu** zariadeniu pripojenému na túto **zdieľanú** zbernicu zbernicu (bežne 33,3 MHz)
- podporuje funkcie procesorovej zbernice v štandardizovanom formáte – t.j. bez závislosti na type procesora
 - pripája sa k zbernici čipsetu základnej dosky
- rýchlosť pri 32-bitovej šírke zbernice:
 - $33.33 \text{ MHz} \times 32 \text{ bits} / 8 \text{ bits/Byte} = 133 \text{ MB/s}$



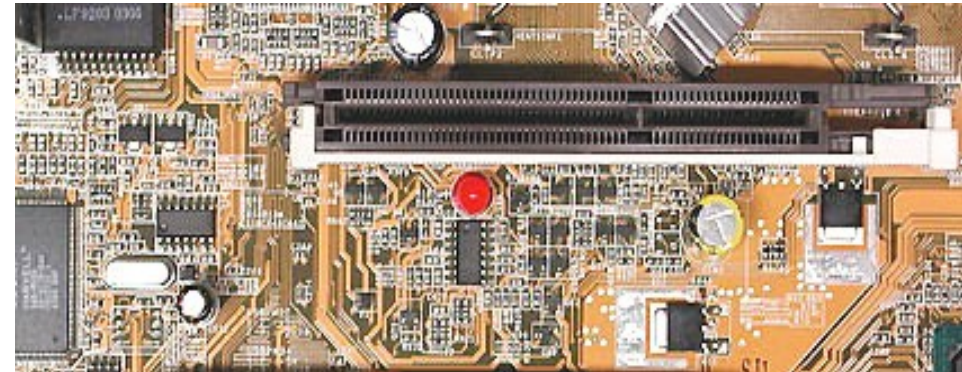
Accelerated Graphics Port

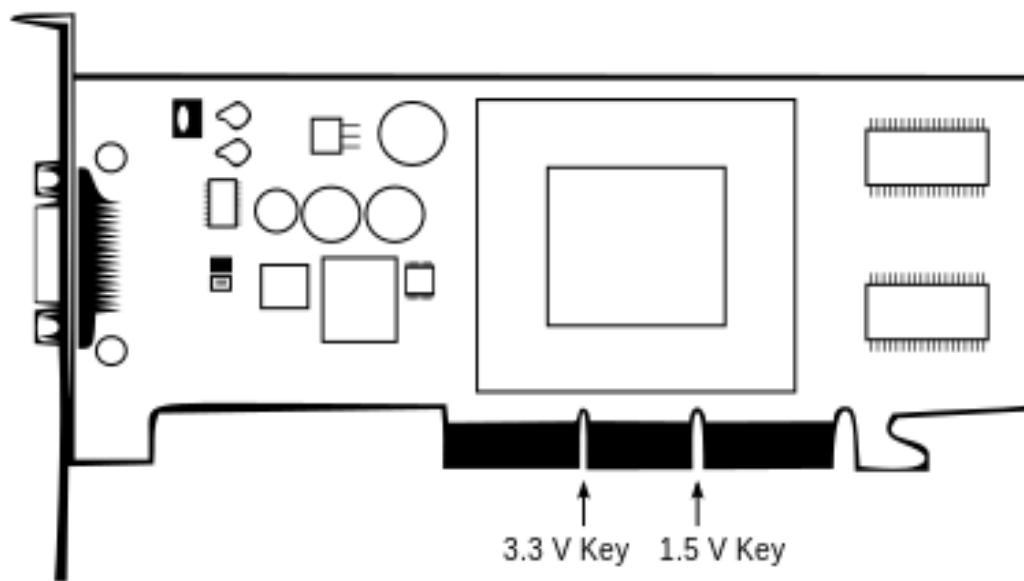


- pripojenie grafickej karty do PC
 - prečo nový štandard? a zrovna na gr.karty?
 - 3D grafika – vysoké dátové toky kedy PCI nestačí
- gr.karta v AGP nezdiera pripojenie k procesoru s inými zariadeniami
- adresovacia a dátová časť zbernice sú oddelené
- pri textúrach ich musí PCI gr.karta skopírovať z RAM do svojej pamäte a až potom používať. AGP karta vie tieto textúry čítať priamo z RAM
- OS jej môže dynamicky vyhradzovať časť RAM
- Intel vydal AGP špecifikáciu 1.0 v r. 1997 (obsahovala AGP 1× aj 2×). Špecifikácia 2.0 dokumentovala AGP 4× a v 3.0 bola vydaná AGP 8×

AGP and PCI: 32-bit buses operating at 66 and 33 MHz respectively

Specification	Speed	Pumping	Rate (MB/s)	Frequency (MHz)	Voltage (V)
PCI	-	single	133	33	3.3/5
AGP 1.0	1×	single	256	66	3.3
AGP 1.0	2×	double	533	66	3.3
AGP 2.0	4×	quad	1066	66	1.5
AGP 3.0	8×	octuple	2133	66	0.8





AGP 3.3 V



AGP 1.5 V



AGP Universal



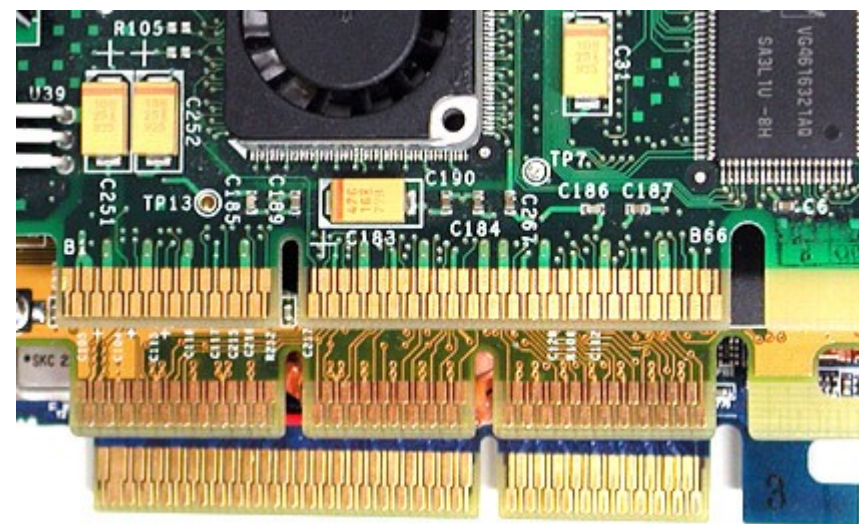
AGP Pro 3.3 V



AGP Pro 1.5 V



AGP Pro Universal



AGP 2X
3.3V



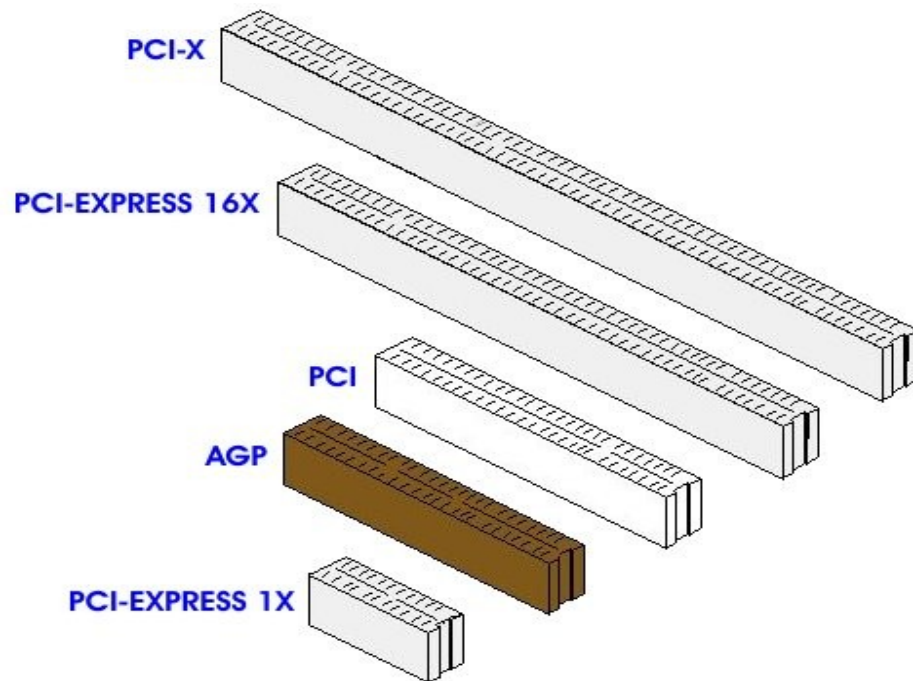
AGP 4X
1.5V



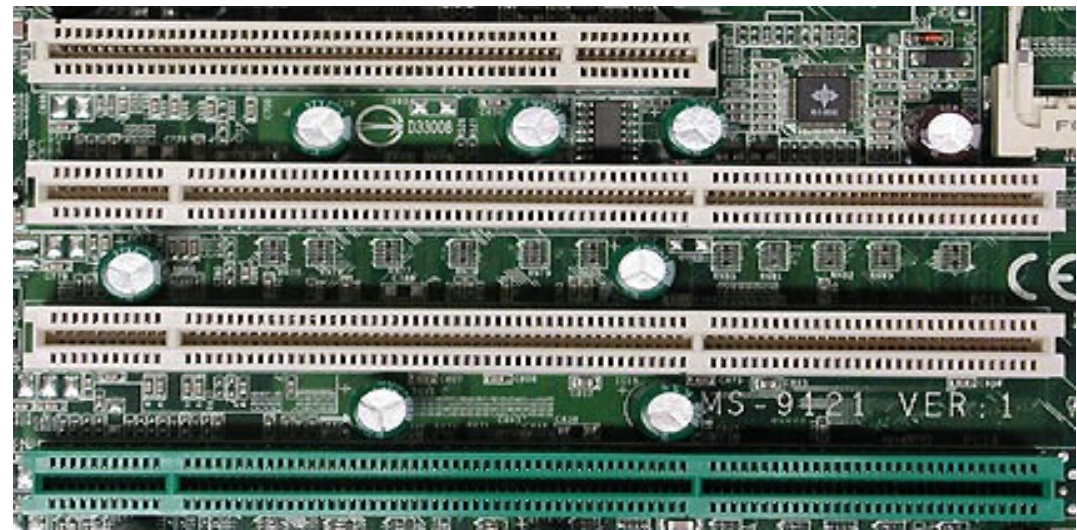
Universal AGP 2X/4X
3.3 / 1.5V

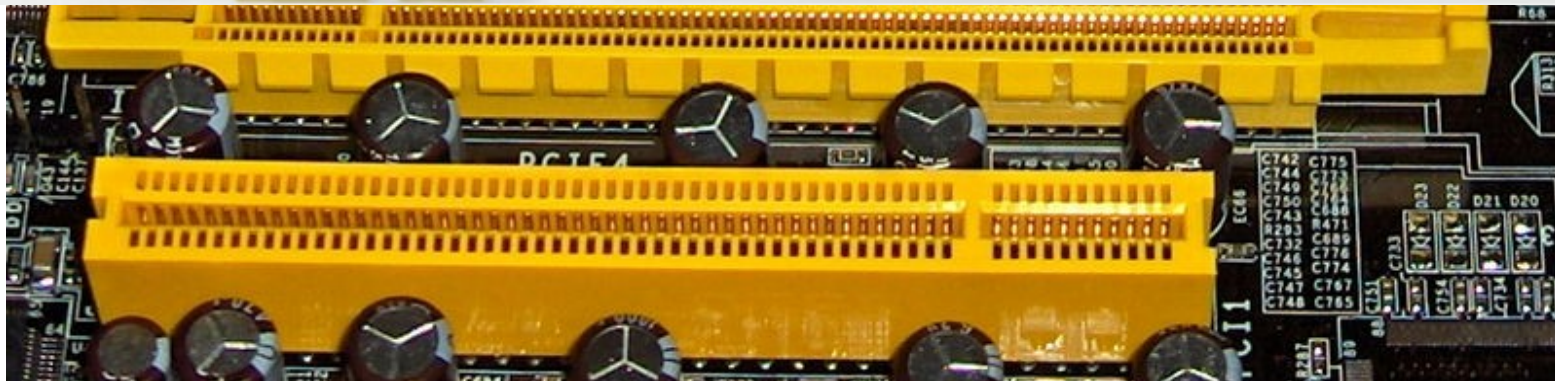
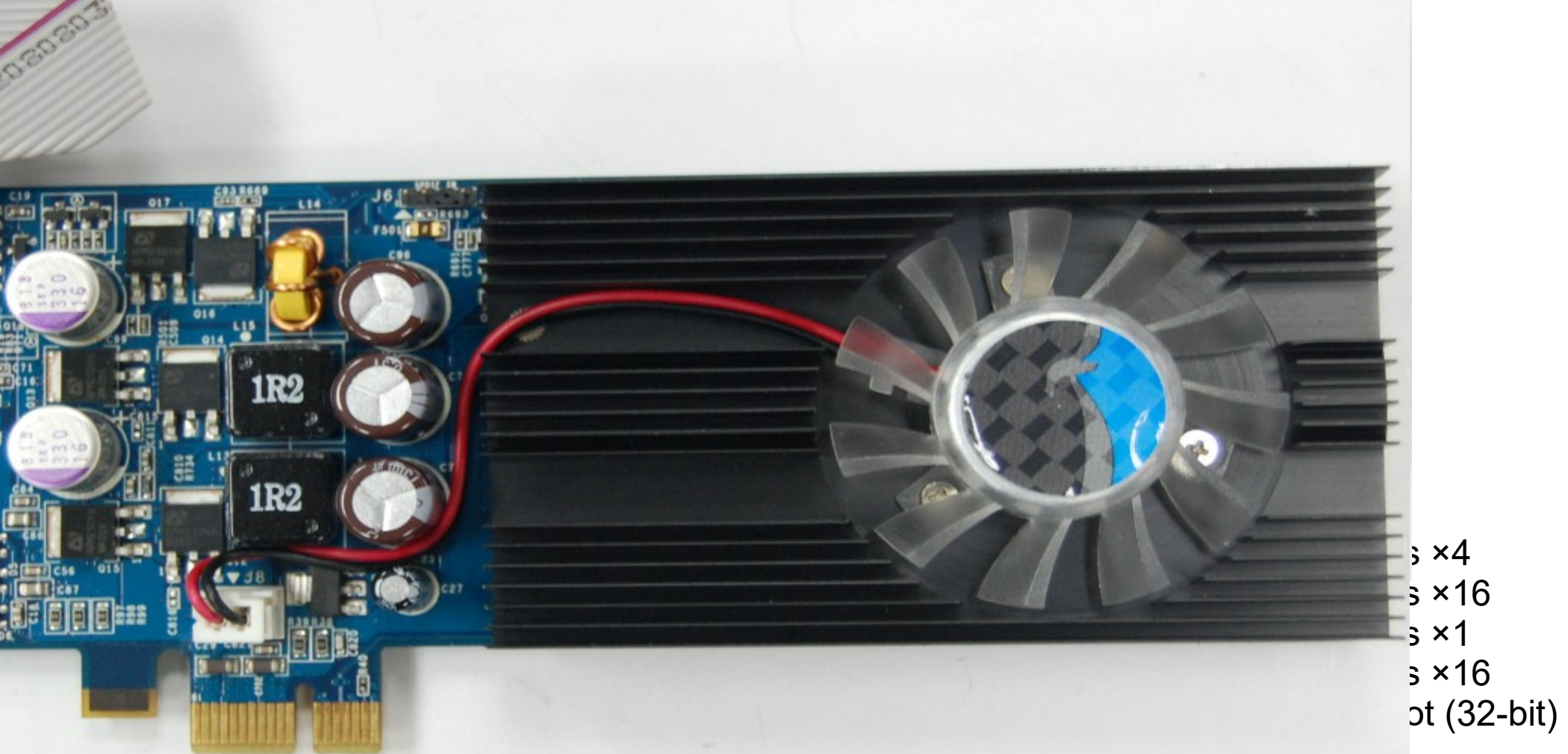
- AGP Pro – viac el.energie
- pre náročnejšie aplikácie grafického dizajnu
 - architektúra, strojnictvo, simulácie a pod.

Peripheral Component Interconnect eXtended - PCI-X

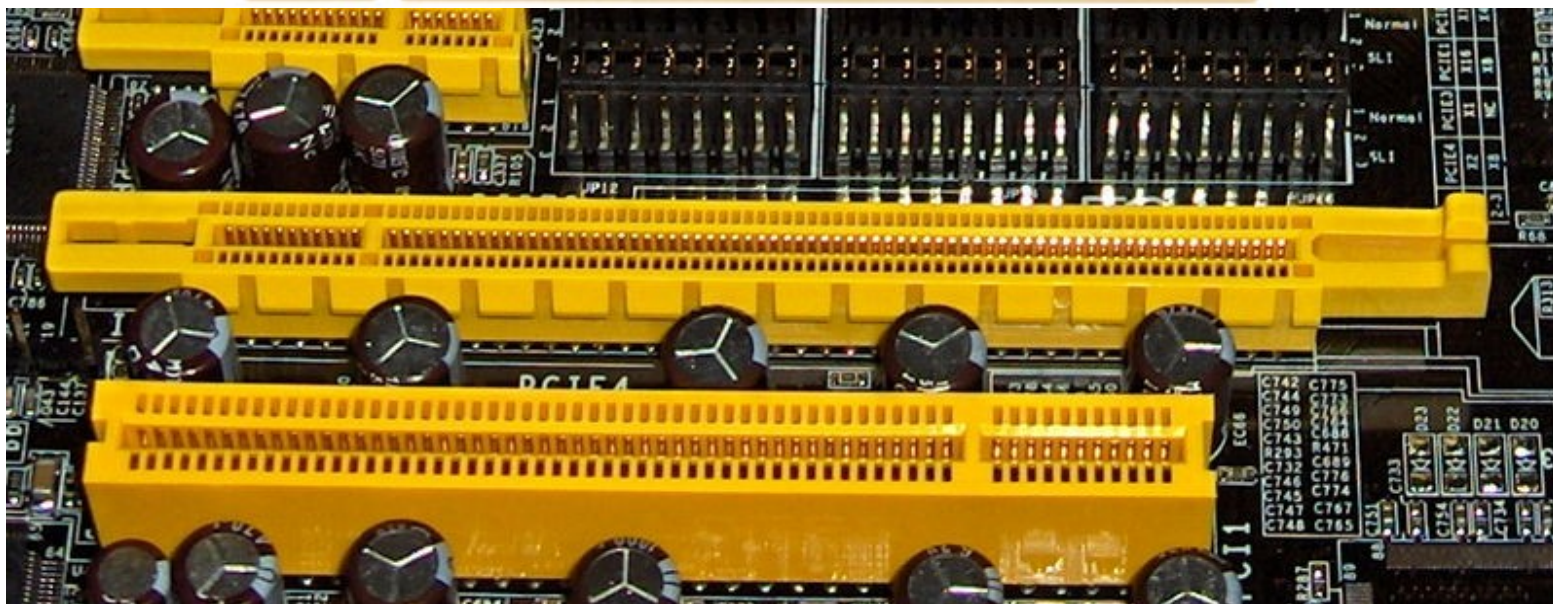


- použitie: serverové a na šírku pásma náročné aplikácie
- väčšia dĺžka oproti PCI
- 4x rýchlejšia (až do 1Gb/s)
- dokáže pracovať aj s PCI kartami – 3,3Voltovými





- kratšia karta môže fungovať v dlhšom slotе

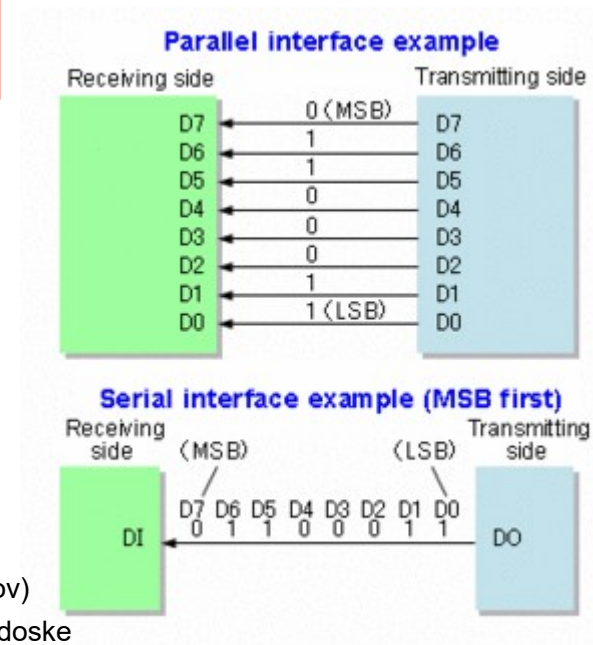
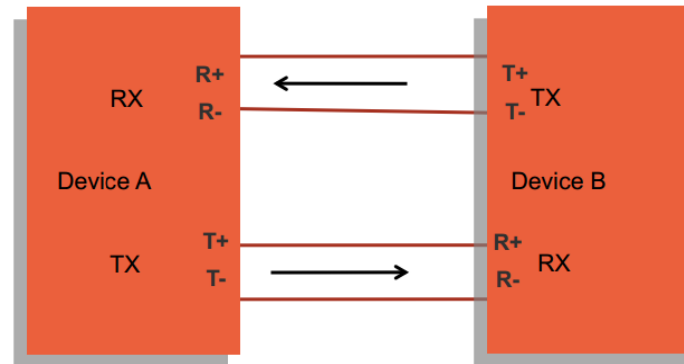


??

- aj opačne, dlhšia môže byť vsadená do kratšieho slotu, avšak tento musí mať otvorený koniec

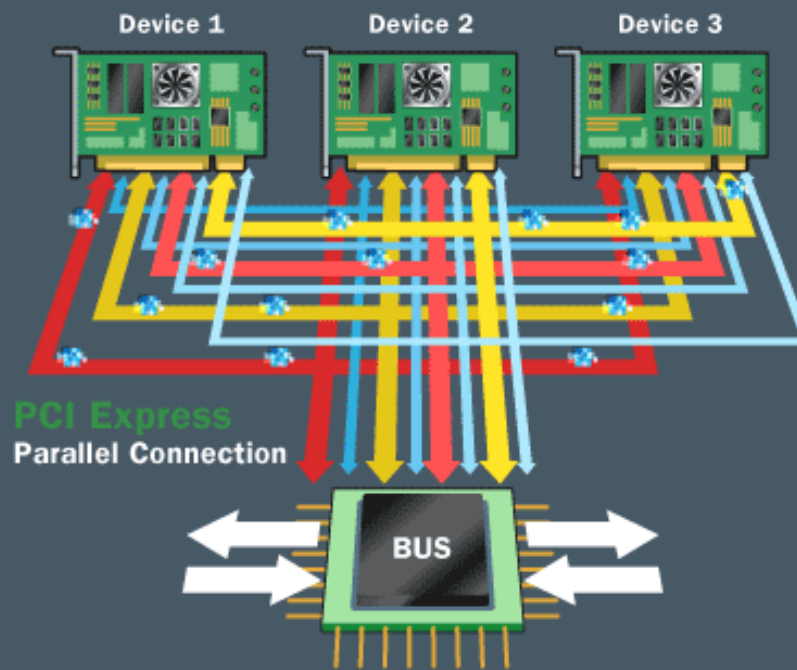
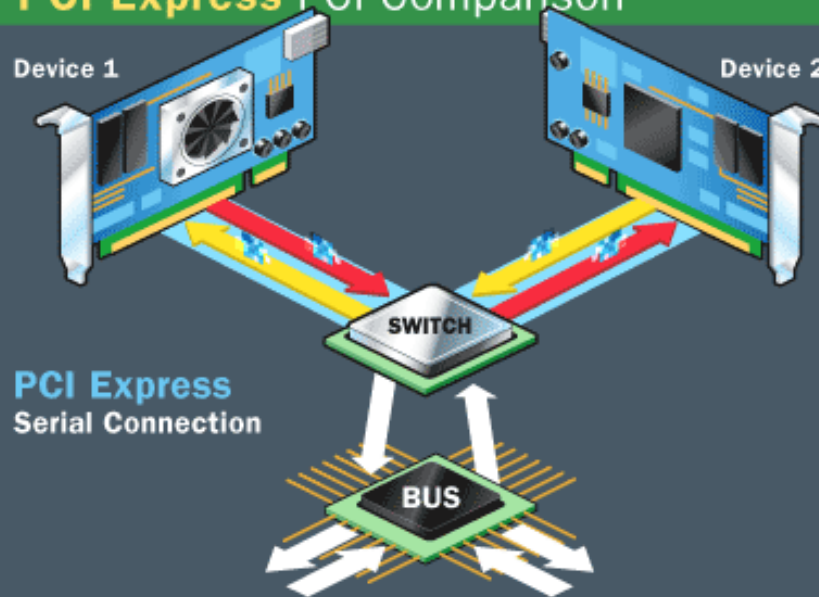
PCIe - PCI Express - Peripheral Component Interconnect Express

- nezdieľaná
- sériová zbernica
 - 4 piny („drôťiky“) pre 1 signálovú linku (lane)
 - full duplex
 - point-to-point spojenie **paketového** charakteru
- nahrádza PCI, AGP, PCI-X
 - dôvod?
 - prirodzene, **požiadavky na vyššie dátové priepustnosti**
- **škálovateľnosť pomocou použitia väčšieho počtu liniek (lanes)**
 - X1, X2, X4, X8, X16, X32
- nižší počet I/O pinov -> menší základný konektor (18 – 82 pinov – X1 - X16)
- detailnejší mechanizmus detekcie a hlásenia chýb
- hot-plug funkcionálna
- najnovšie revízie PCIe štandardu podporujú HW I/O virtualizáciu



- **hlavné rozdiely oproti PCI:**
 - PCI = **zdieľaná paralelná** zbernica (zdieľanie spoločnej množiny adresných, dátových a kontrolných vodičov)
 - PCIe = point-to-point topológia – **oddelené** linky pripájajú zariadenia k hostovaciemu systému – základnej doske
- **prístup na PCI zbernicu je riadený tzv. master-om** v danom čase. Master navyše pristupuje k zbernici iba jednosmerne. Frekvencia PCI zbernice sa prispôsobuje **najpomalšiemu** zariadeniu pripojenému na zbernicu.
- **PCIe podporuje full-duplex komunikáciu** medzi dvomi koncovými bodmi (point) bez závislosti na zariadeniach pripojených do iných PCIe slotov.
- **PCI slot a PCIe slot nie sú kompatibilné !!**

PCI Express PCI Comparison



©2005 HowStuffWorks

**generácie a X1, X2, X4, X8, X16,
X32**

<http://www.youtube.com/watch?v=LSSHuMHbCWo>

PCIe – vývoj, rýchlosti, rozšírenia

- (2003) - PCIe 1.0a, prenosová rýchlosť **na linku** (x1) - transfer rate - 2.5 gigatransfers per second (GT/s) (transfer rate zahŕňa okrem prenosu užitočných informácií aj signály zabezpečujúce spoľahlivosť prenosu – napr. kódovanie proti chybám pri prenose)
 - PCIe 1.x používa 8b/10b kódovanie -> 20% je nadbytočná informácia (pri frekvencii hodín 2.5 GHz a kódovaní 8/10, maximálna užitočná prenosová rýchlosť je:....
$$2\,500\,000\,000 \cdot 8/10 = 2\,000\,000\,000 \text{ bitov za sekundu} = 250\,000\,000 \text{ B/s} = 250 \text{ MB/s}$$
)
- (2007) PCI Express Base 2.0 špecifikácia
 - dvojnásobná prenosová rýchlosť = 5 GT/s na jednu prenosovú linku -> 500 MB/s.
 - => 32-linkový konektor PCIe (x32) zvládne až $32 \times 500 \text{ MB/s} = 16 \text{ GB/s}$
- (november 2010) PCIe 3.0
 - zmena kódovania z 8/10 na 128/130 -> zníženie nadbytočnosti z 20% na 1.5% **(ako sa počíta táto nadbytočnosť?)**
 - použitie techniky „scrambling“ kedy sa na odosielané dáta aplikuje známy polynóm. V prípade chyby je táto odhalená a opravená tým, že na prijatú postupnosť je aplikovaný inverzný-opačný polynóm.
 - rýchlosť - 8 GT/s
- PCIe 4.0 s rýchlosťou 16 GT/s, 128/130. Špecifikácia v r. 2017
- PCIe 5.0 – 32GT/s, 128/130, 2019 (pri x16 = 63.015GB/s)
- PCIe 6.0 – 64 GT/s, 128/130, plánovaná na 2021 (pri x17 = 126.031 GB/s)

PCIe – vývoj, rýchlosti, rozšírenia

• ROZŠÍRENIA

- Scalable Link Interface (SLI) – NVIDIA multi-GPU riešenie na prepojenie viacerých grafických kariet na 1 výstup s vysokým výkonom
 - cieľom je zvýšenie výkonu
 - paralelný procesing (master a slave)
 - split frame rendering
 - alternate frame rendering
 - SLI antialiasing
 - aj bez mostíka
- AMD CrossFireX – podobné ako SLI. Umožňuje prepojiť až 4 GPU



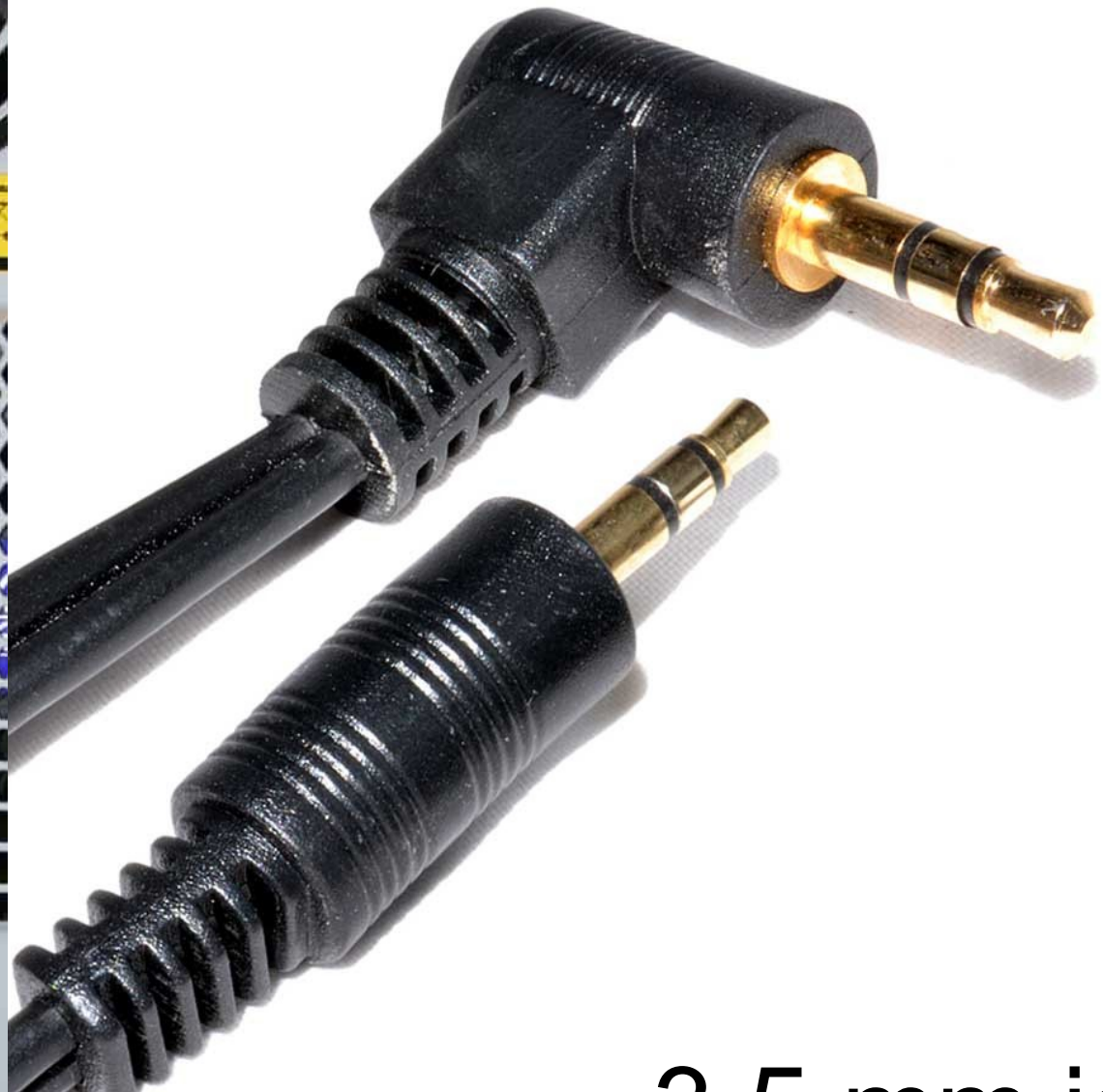


PCIe – vývoj, rýchlosti, rozšírenia

- ROZŠÍRENIA

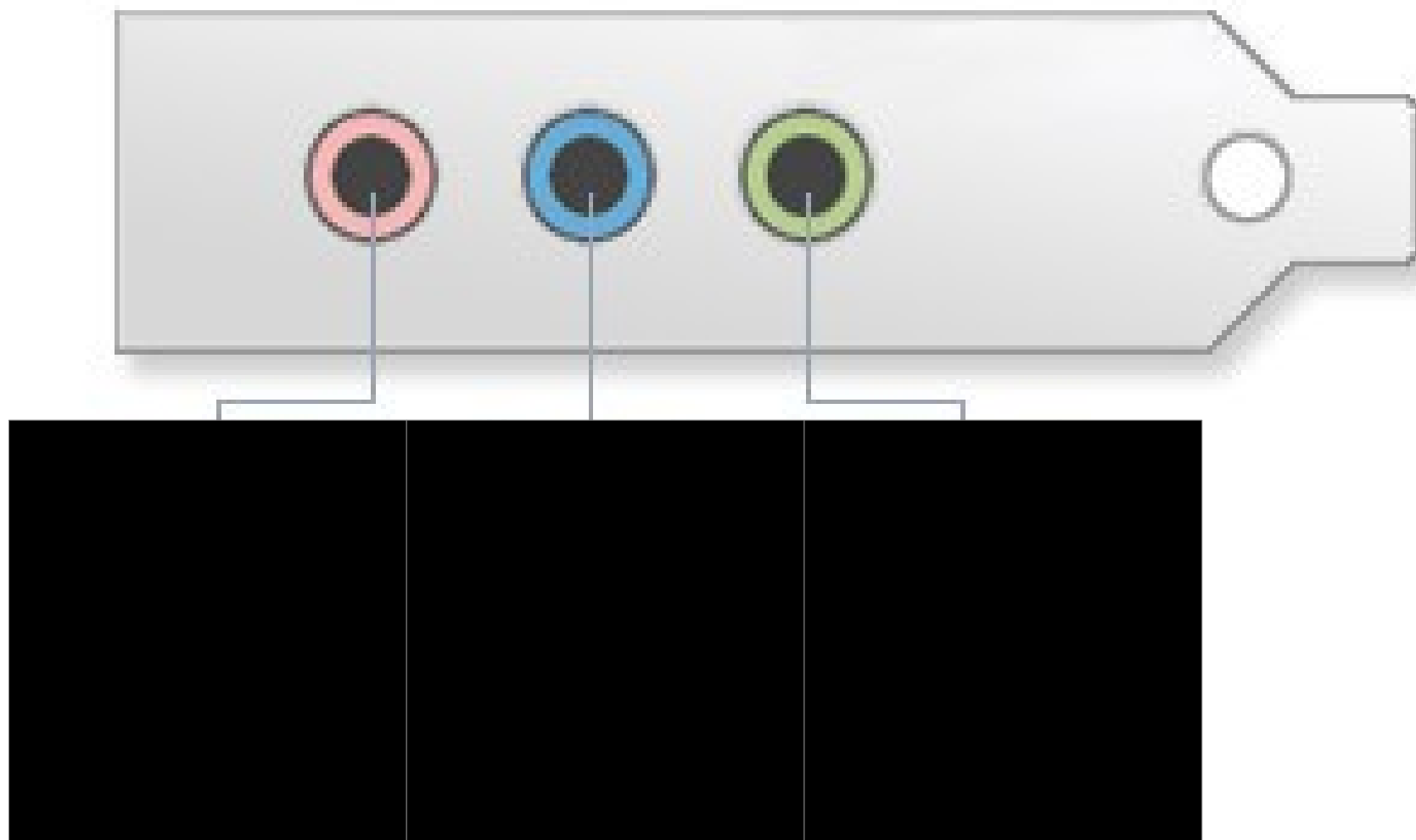
- PCIe je možné použiť aj na pripájanie rôznych externých zariadení k PC či notebookom
 - externé grafické karty k notebooku – IBM pridala PCIe do svojho dokovacieho konektora
 - externá pamäť, napr. typu flash – dosahujú sa tak veľmi vysoké prenosové rýchlosti – cez 1 GB/s

audio konektory v PC



3.5 mm jack

farbičky

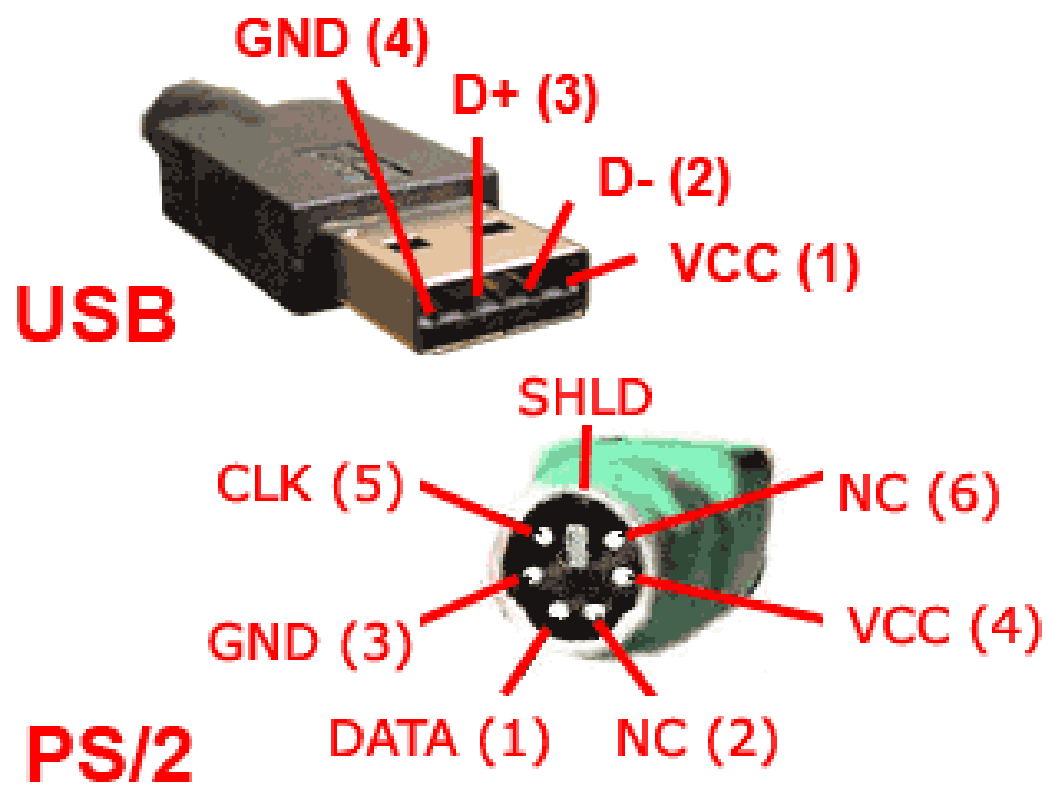


predzosilňovač

<https://www.youtube.com/watch?v=COv9O1ZAoSQ>

konektory pre klávesnicu
a myš





https://www.keelog.com/hardware_keyboard_logger2.html



<http://www.tomshardware.co.uk/forum/id-1697057/connect-wires-color-usb.html>