



ROZHRANÍ A PERIFERIE PC

HARDWARE 4. ročníky

verze 01/25

Bc. David Zimniok

david.zimniok@spsehavirov.cz



STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA
ELEKTROTECHNICKÁ HAVÍŘOV
Příspěvková organizace

Základní pojmy - souvislosti

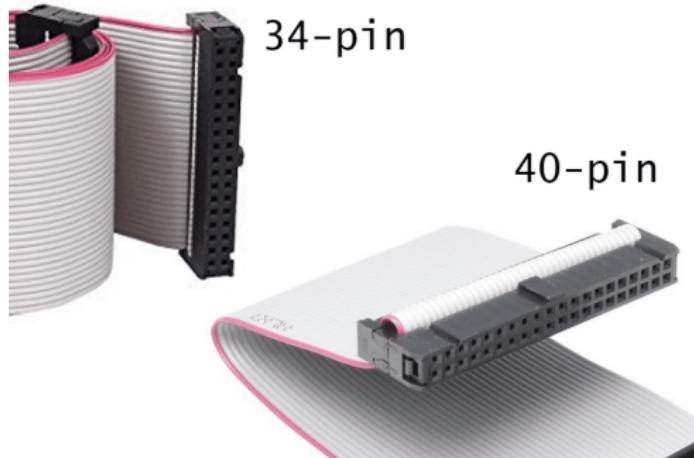
- SCSI - vysokorychlostní paralelní rozhraní
- IDE - Zjednodušením SCSI pro 2 zařízení (potom EIDE)
- ATA - paralelní typ připojení (40pinový konektor, 40/80 žilový kabel)
- PATA - Paralel ATA (označení po příchodu SATA)
- SATA - sériové připojení (rychlejší, tenčí kabely)
- USB - Universal Serial Bus
- SAS - Serial Attached SCSI
- FireWire - IEEE1394

PATA - Parallel ATA

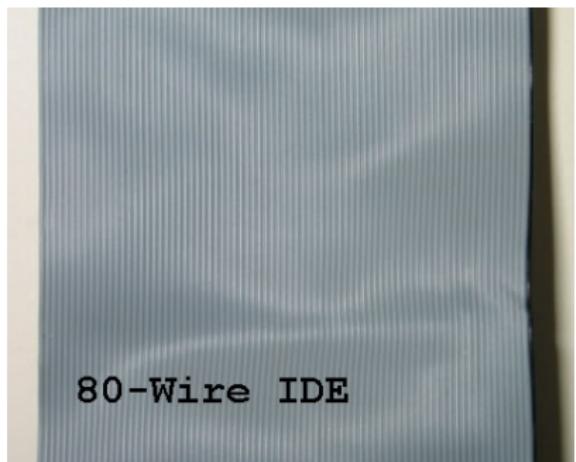
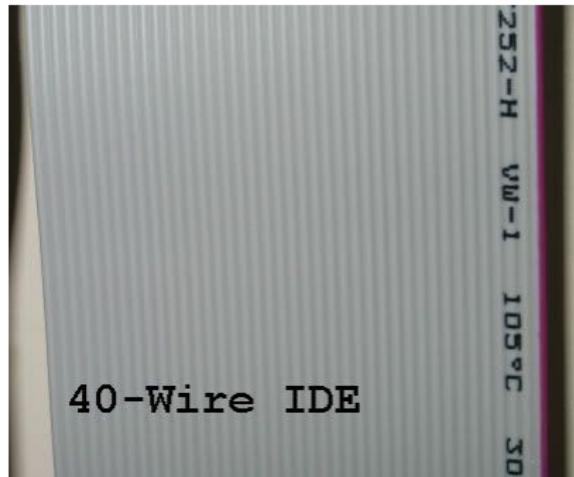
- ATA - AT Attachment, standard IDE od Western Digital
- ATAPI - rozšíření pro jiná zařízení (CD, DVD)
- 16bitové rozhraní (původně pro ISA)
- 40žilový plochý kabel (tzv. "kšanda")

IDE aneb Paralelní ATA

- IDE - Integrated Drive Electronics
- Master Slave konfigurace
- EIDE - Enhanced IDE
- Primární a sekundární kanál
- Pokud je to možné, instalujte každou jednotku zvlášť
-komunikace na jednom kanálu probíhá "na střídačku"

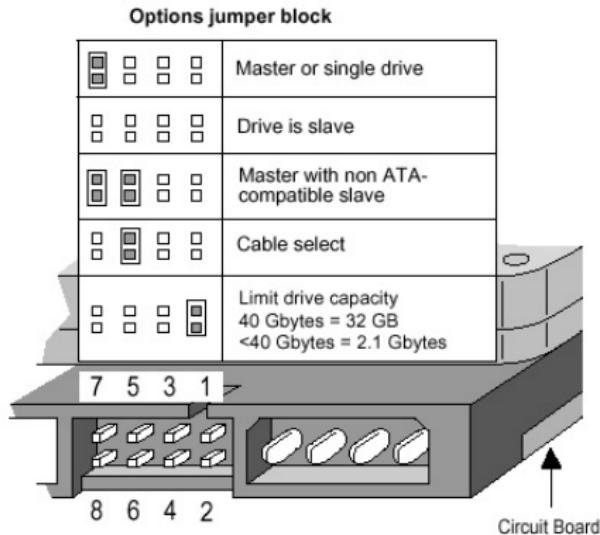


40 vs 80 žil



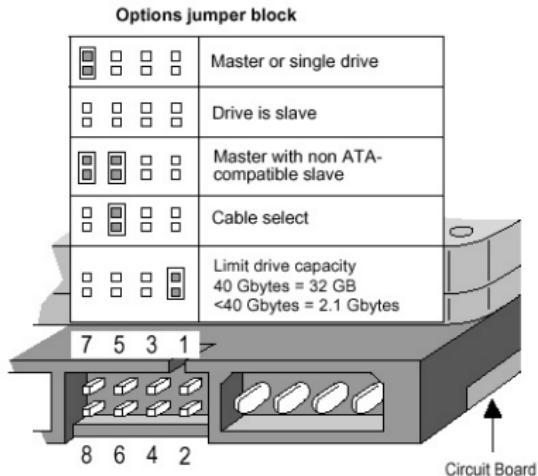
MS – SL – CS ?

- CS – Cable Select, automatická detekce master/slave
- Pin 24 rozhoduje o roli zařízení
- Černý konektor – master
- Šedý konektor – slave
- Modrý konektor – základní deska



Způsoby připojení - IDE

jumpery – propojení kontaktů, které umožňuje nastavit chování disku vůči druhému disku připojeného ke stejnemu IDE kabelu



IDE - PIO

- PIO - Programmed Input and Output
- Tento způsob přenosu dat zatěžoval procesor

- PIO 0 - přenosová rychlosť 3,3 MB/s
- PIO 1 - přenosová rychlosť 5,2 MB/s
- PIO 2 - přenosová rychlosť 8,3 MB/s
- PIO 3 - přenosová rychlosť 11,1 MB/s
- PIO 4 - přenosová rychlosť 16,6 MB/s
- PIO 5 - přenosová rychlosť 22,2 MB/s

IDE - DMA

- Single Word
 - DMA 0 - přenosová rychlosť 2,1 MB/s
 - DMA 1 - přenosová rychlosť 4,2 MB/s
 - DMA 2 - přenosová rychlosť 8,4 MB/s
- Multi Word
 - DMA 0 - přenosová rychlosť 4,2 MB/s
 - DMA 1 - přenosová rychlosť 13,3 MB/s
 - DMA 2 - přenosová rychlosť 16,6 MB/s
- Ultra DMA
 - UDMA 0 - přenosová rychlosť 16,6 MB/s
 - UDMA 2 - přenosová rychlosť 33,3 MB/s
 - UDMA 4 - přenosová rychlosť 66,6 MB/s (80 žil)
 - UDMA 5 - přenosová rychlosť 100 MB/s (80 žil)
 - UDMA 6 - přenosová rychlosť 133 MB/s (80 žil)

K připojení IDE disku se používá 80žilový IDE kabel, kde 40 vodičů vede signál, dalších 40 má za úkol stínit signál ostatních.

ATA

- ATA-1 : kapacita 512 MB, módy: PIO 0-2, SW DMA 0-2, MW DMA 0
- ATA-2 (EIDE, Fast ATA, Fast IDE): 8 GB (24bit. LBA), PIO 0-4, MW DMA 0-2
- ATA-3 (EIDE): 128 GB (28bit LBA), S.M.A.R.T
- ATA-4 (ATAPI-4): UDMA 0-2, podpora ATAPI CD-ROM
- ATA-5 (ATAPI-5): UDMA 0-4, 80žilový kabel
- ATA-6 (ATAPI-6): 144 PB (144 000 000 GB - 48bit LBA)
- ATA-7 (ATAPI-7, SATA 150): UDMA 0-6, SATA

Přenosová rychlosť PATA - problém

Např. ATA 100

Datová šířka rozhraní 16b = 2B

Frekvence 25 MHz (DDR)

$$25 \cdot 2 = 50 \text{ Mhz (ef)} \cdot 2B = 100\text{MB/s}$$

Číslo za označením UltraATA, Ultra DMA udává max. teoretickou přenosovou rychlosť (100 = 100 MB/s)

Problém paralelních přenosů = vysoké frekvence, délky kabelů a spojů.

FDD rozhraní – 34 pin kabel

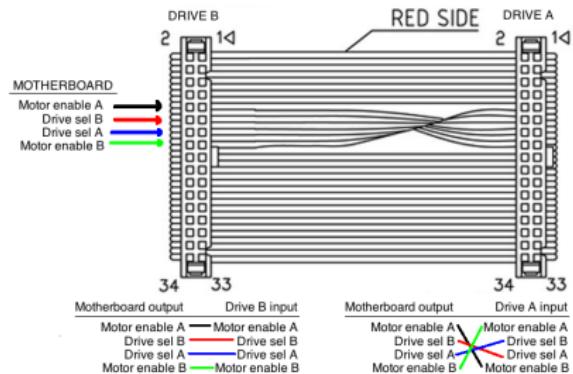
Konektor na překříženými adresovými vodiči je pro mechaniku A (jinak nutno v Setupu nastavit Swap A B)



34-pin

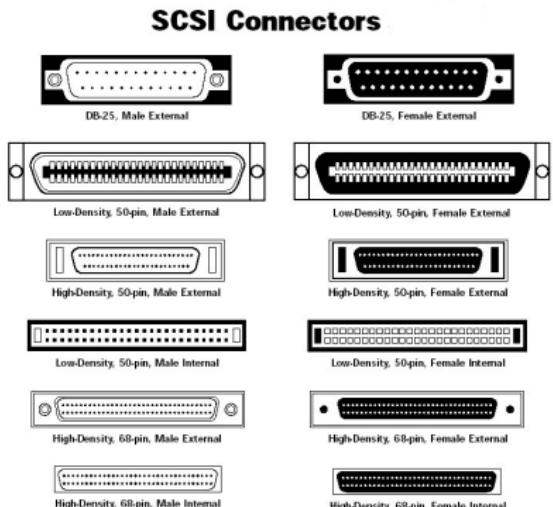
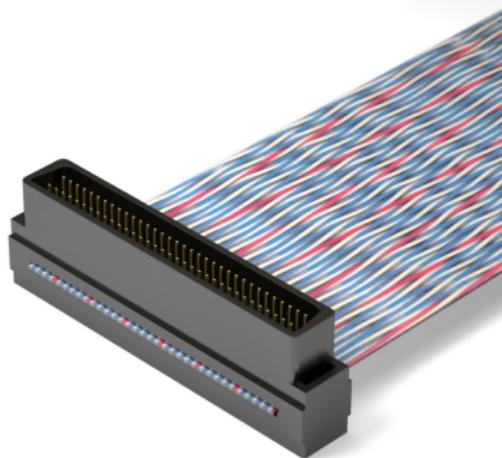


40-pin



SCSI (Small Computer System Interface)

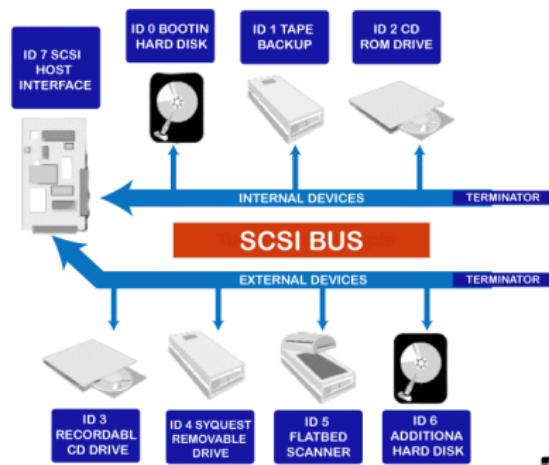
- Vysokorychlostní paralelní rozhraní, používá se v serverech
- Existuje ve více revizích
- Ultra320 SCSI nebo Ultra640 SCSI
- Číslo v názvu udává maximální rychlosť v MB/s



Přehled standardů SCSI

Typ	Rychlosť	Použití
Ultra320 SCSI (16-bit Wide)	320 MByte/sec	Nejvýkonnější harddisky
Ultra160 SCSI (16-bit Wide)	160 MByte/sec	Harddisky
Ultra2 SCSI (16-bit Wide)	80 MByte/sec	Harddisky
Ultra Wide SCSI (16-bit Wide)	40 MByte/sec	Harddisky, zálohovací mechaniky
Ultra SCSI (8-bit Narrow)	20 MByte/sec	CD-R, CD-RW, zálohovací mechaniky, DVD mechaniky
SCSI-2, Fast SCSI (8-bit Narrow)	10 MByte/sec	Skenery, CD-ROM

SCSI



Serial ATA (SATA)

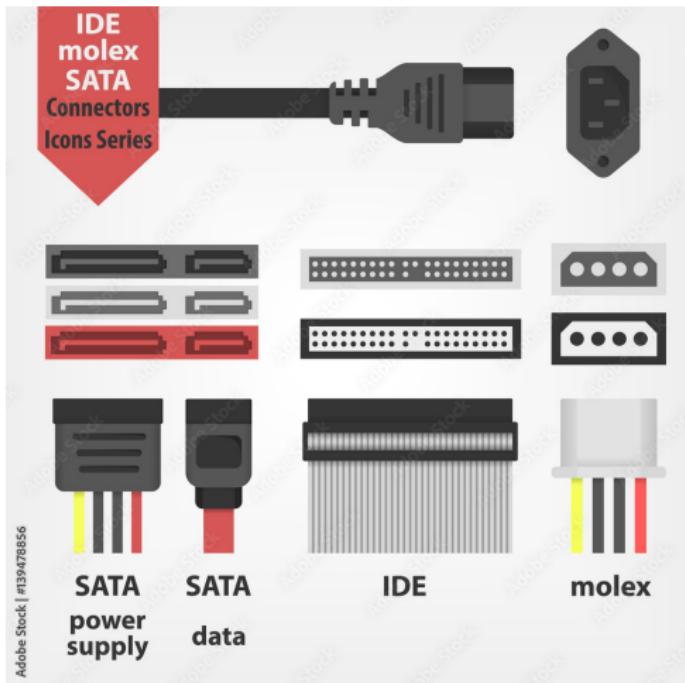
- Díky pokrokům v metodě přenosu dat nazvané differential signalling (diferenciální datový pár) bylo možné zvýšit operační frekvenci rozhraní tak, aby dovolilo přenášet dostatečné množství dat sériovým způsobem
- malé úrovně napětí 250 mV
- SATA - 1bit šířka, frekvence 1500 MHz - 1,5 Gbit/s.
- kódování - 10 bitové
 - 150 MB/s (1,5 Gb/s)
 - 300 MB/s (3 Gb/s)
- obousměrný přenos (full-duplex)
- 4 datové vodiče (Data A+, Data A-, Data B+, Data B-)
- 2 stíněné svazky se 2 žilami (4 vodiče dohromady)

Verze SATA

přenosový režim	maximální rychlosť	standard
SATA 1	150 MB/s	SATA/150
SATA 2	300 MB/s	SATA/300
SATA 3	600 MB/s	SATA/600
SATA II	3Gb/s	SATA 3Gb/s

Konektory Serial ATA

1. Zem, 2. DATA A+, 3. DATA A-, 4. Zem,
5. DATA B+, 6. DATA B-, 7. Zem



Redukce IDE - SATA

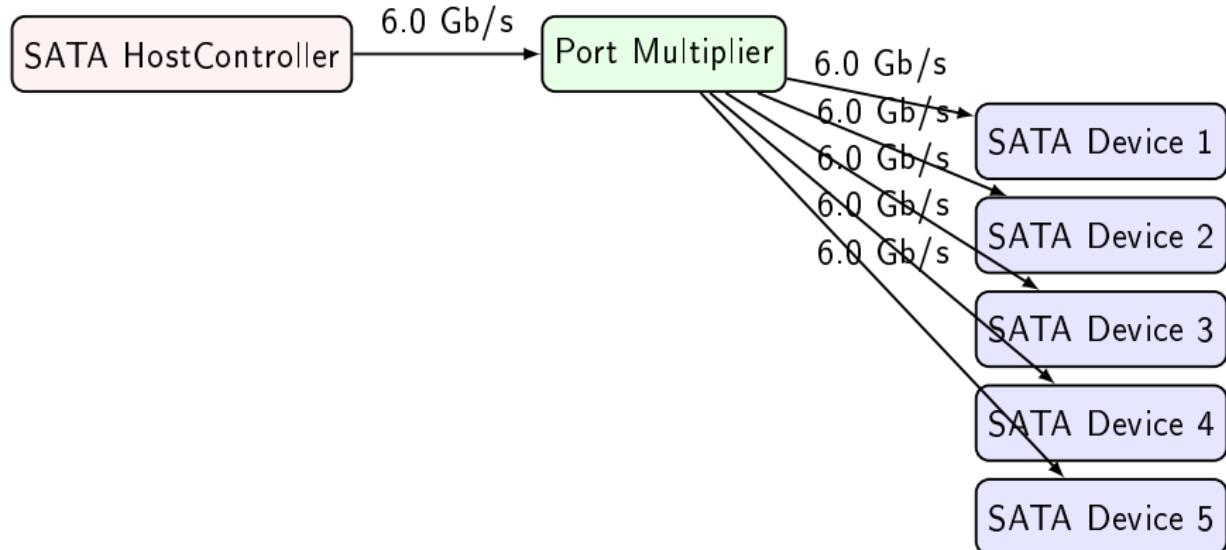


Rozdíly mezi SATA-1 a SATA-2 a 3 - AHCI

- **Hot-Swap** - dovoluje připojit a odpojit disk za běhu počítače tak, aby je operační systém rozpoznal
- **Staggered Spin Up** - dokáže po startu počítače minimalizovat energetické nároky na zdroj. Dokáže řídit a ovládat postupný náběh všech pevných disků, které se tak nemusí rozběhnout všechny najednou
- **Port Selector** - umožňuje připojit dva řadiče k jednomu disku kvůli zamezení výpadku v případě poruchy jednoho z nich

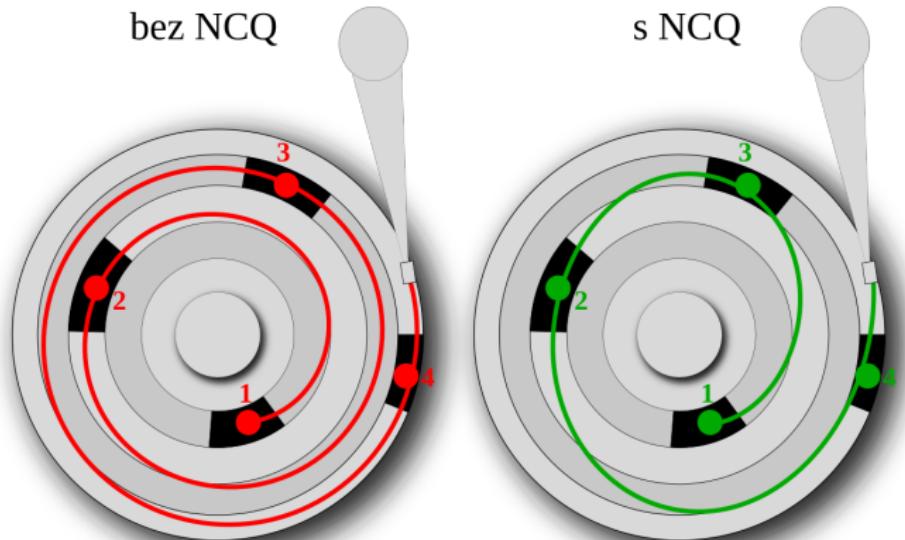
SATA - 2 a 3

Port Multiplier slouží k tomu, abychom mohli s jedním řadičem obsloužit více pevných disků, řadiče jsou podstatně rychlejší, než plotnové HDD



Technologie NCQ (Native Command Queuing)

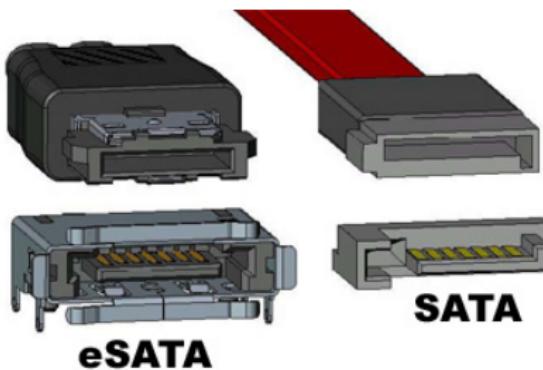
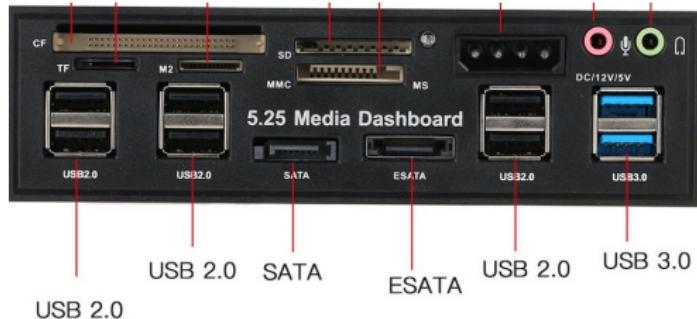
Přirozené řazení požadavků. Technologie ponechává rozhodování o pořadí čtení dat na logice disku a posloupnost čtení dat si seřadí tak, aby k tomu potřeboval co nejméně otáček a přesunů hlavy.



eSATA (External SATA)

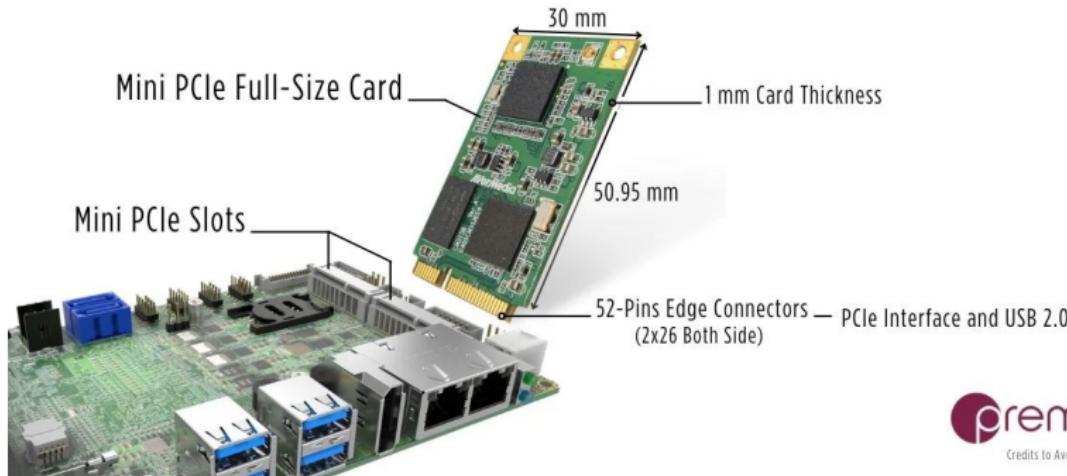
- Během probíhajícího přenosu zatěžuje procesor zcela minimálně (daleko méně než např. USB).
- Narozdíl od externích disků s rozhraním USB 2.0 nebo IEEE1394 FireWire dokáže poskytnout plný výkon SATA a také podporu SMART.
- eSATA kabel -> eSATA konektor v počítači -> normální datový SATA kabel
- Má lépe zpracovaný konektor kvůli častému připojování a odpojování disku (Hot Plug)
- konstrukčně až na 500 zasunutí, (SATA - 50 zasunutí)
- délka kabelu až 2 m

Konektory eSATA



mSATA (mini SATA)

Konektor mSATA a Mini PCI Express je stejný a o tom co podporuje rozhoduje firmware.

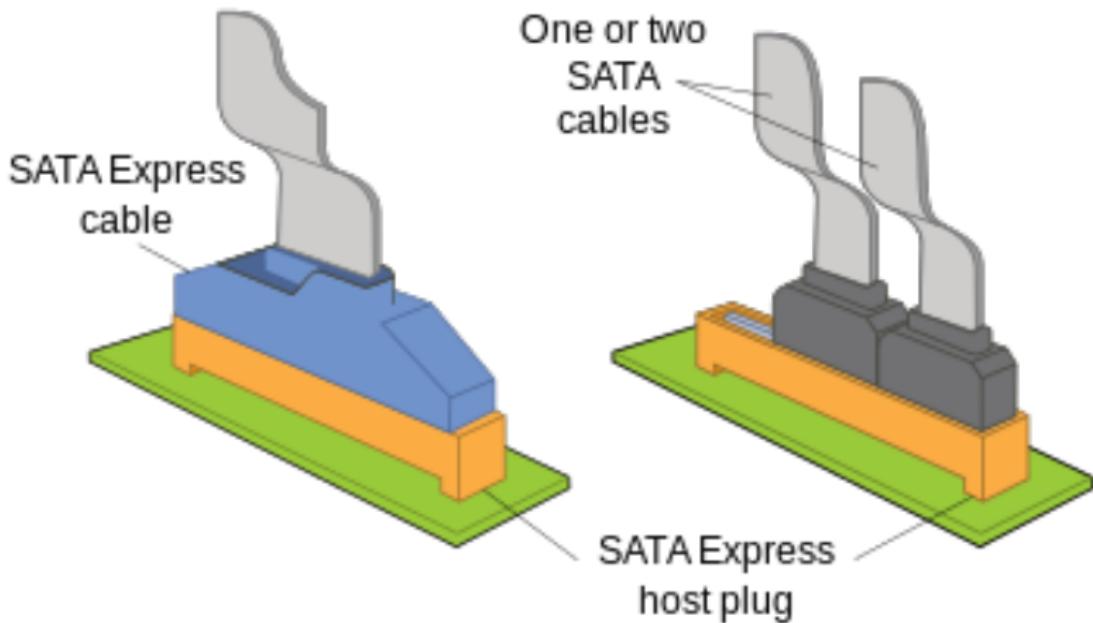


 premio
Credits to Avermedia

mSATA



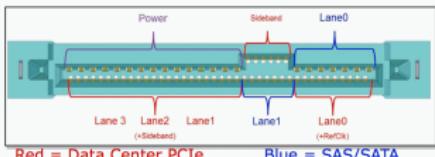
SATA Express (2013)



SATA Express specifikace

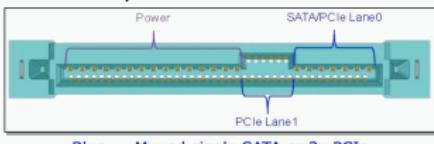
Trend: Two Connectors

SFF-8639



- 4x PCI Express* unleashes performance SSDs
- Cables require RefClk and six high speed signal lanes, shield?
- Increased device attach flexibility between SATA / SAS* / PCI Express
- Decreased system flexibility with directly wired SATA and PCI lanes

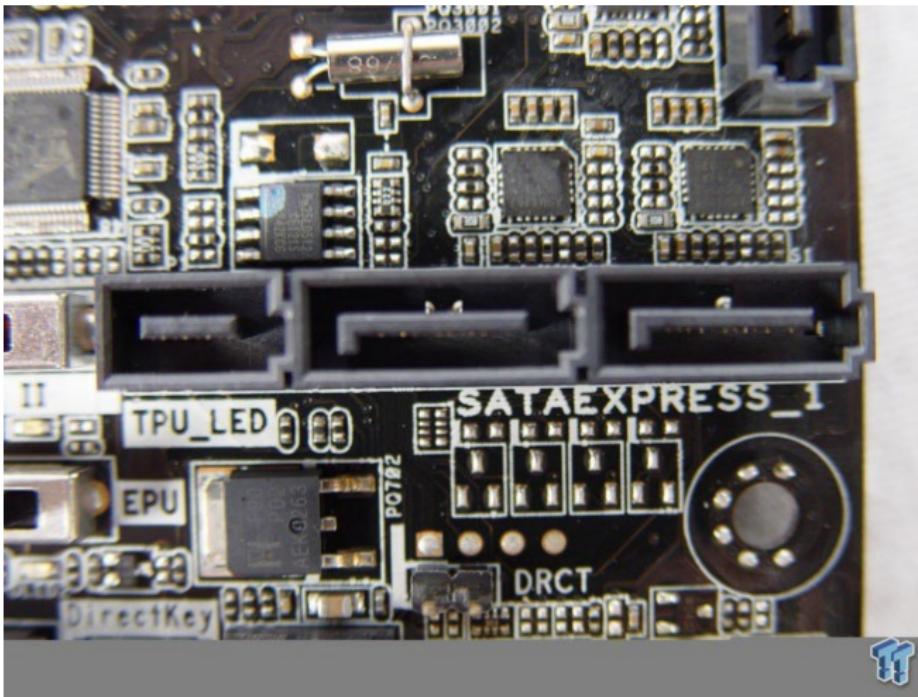
SATA* Express



- 2x PCI Express limits SSD performance, still nearly 2x SATA
- Cost optimized w/ two high speed lanes, no RefClk, likely no shield
 - Requires clockless drive w/ SSC, in PCI SIG now
- Increased system flexibility supporting muxed SATA and PCI
- "It fits, but doesn't work!" risk

SFF-8639: Optimized for performance and device flexibility
SATA Express: Focus on rapid low cost platform transition

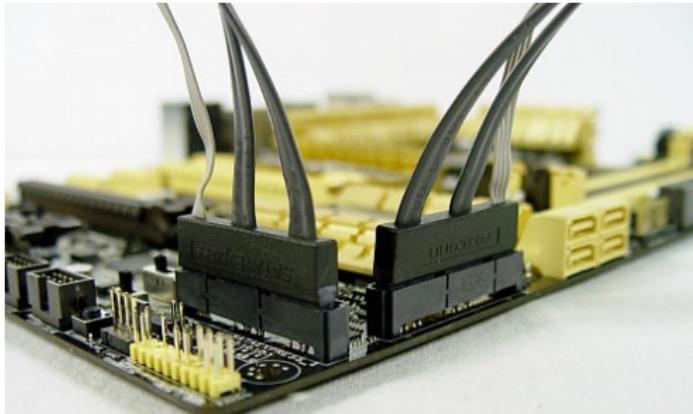
SATA Express



Kabely SATA Express

Každý konektor SATA Express v sobě nese dva porty SATA 6 Gb/s a dvě linky PCI-E. Disk pak může komunikovat se systémem buď přes SATA nebo i pomocí PCI-E. Pokud jde komunikace přes PCI-E linky, může klidně probíhat i skrze protokol NVMe, tedy bez AHCI a přímo s procesorem.

Jelikož dvě linky PCI-E jsou málo, od tohoto řešení se ustupuje, nahradil jej slotM.2.



SATA Express prakticky



nástupce mSATA a SATAe byl nejdříve NGFF a následně M.2

Trend: NGFF Card Format*

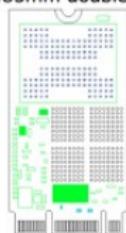
51mm x 30mm

z: 4.85mm



42mm x 22mm

z: 2.75mm single side¹
z: 3.85mm double side¹



Proposed
Draft

Serial ATA
International Organization

Version 04
August 14, 2012

Serial ATA Technical Proposal #TPR_C112
Title: NGFF Card Format for SSDs

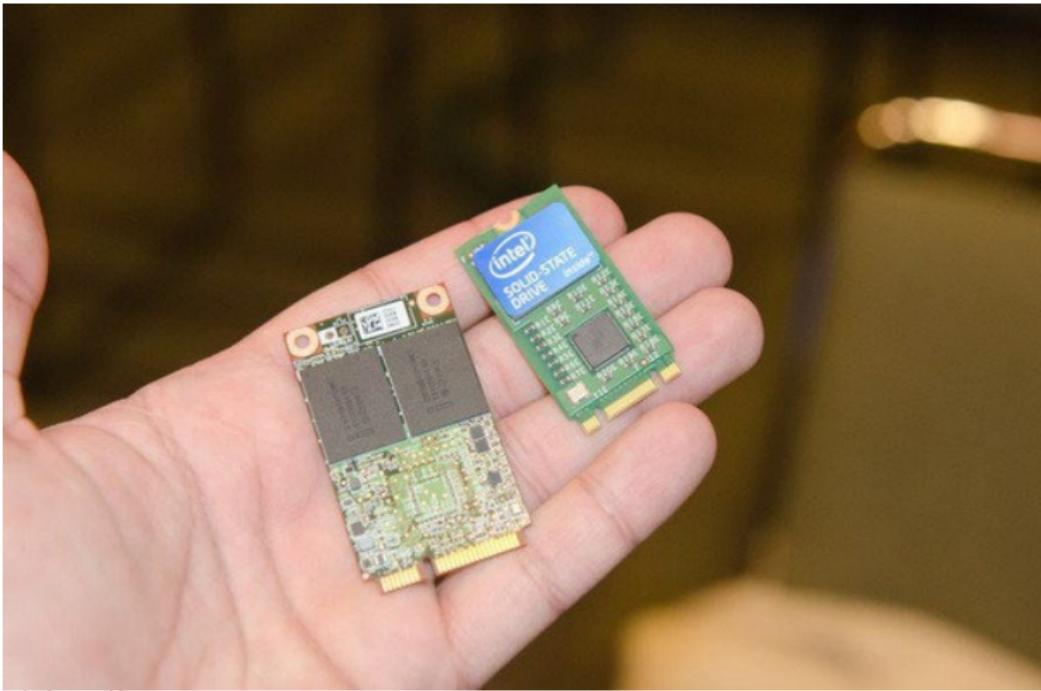
This is an internal working document of the Serial ATA International Organization. As such, this is not a completed standard and has not been approved. The Serial ATA International Organization may modify the contents at any time. This document is made available for review and comment only.

Specification optimized for caching devices or SSDs, includes a series of module lengths and connector keys enabling SATA*, 2x or 4x PCI Express*

Smaller, thinner, SSD optimized form factor

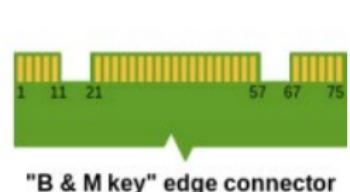
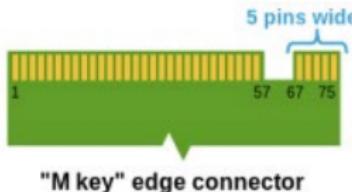
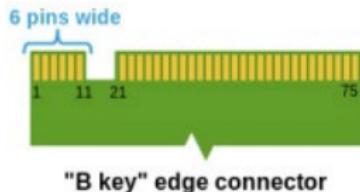
mSATA X M.2

mSATA nese pouze jedno SATA rozhraní, M.2 může nést v podstatě cokoliv.



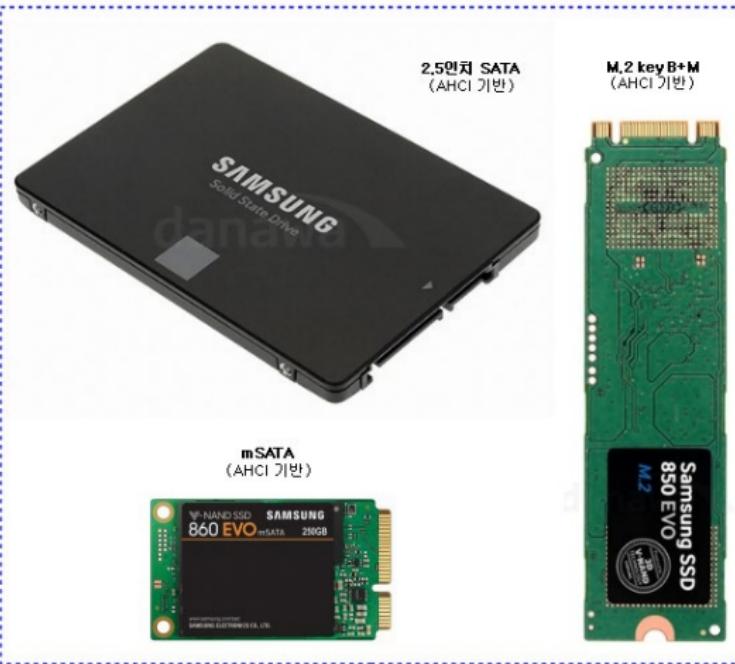
Verze M.2 konektorů

- Dle specifikace je v jednom M.2 konektoru čtveřice PCI-E linek (2.0, 3.0), dvojice kanálů SATA 6 Gb/s, trojice kanálů USB (2.0, 3.0), PCM Audio a spousta dalších možností.
- M.2 je univerzální konektor, k jehož funkcím je nutné přistupovat klíčováním kontaktů.
- „B“. To je klasické SATA Express a něco navíc. Např. dvě PCI-E linky, jeden SATA port, USB kanál, zvuk a další
- Pro SSD disky je vhodnější konektor a klíčování „M“. To zabezpečuje připojení čtyř linek PCI-E s jedním SATA portem.



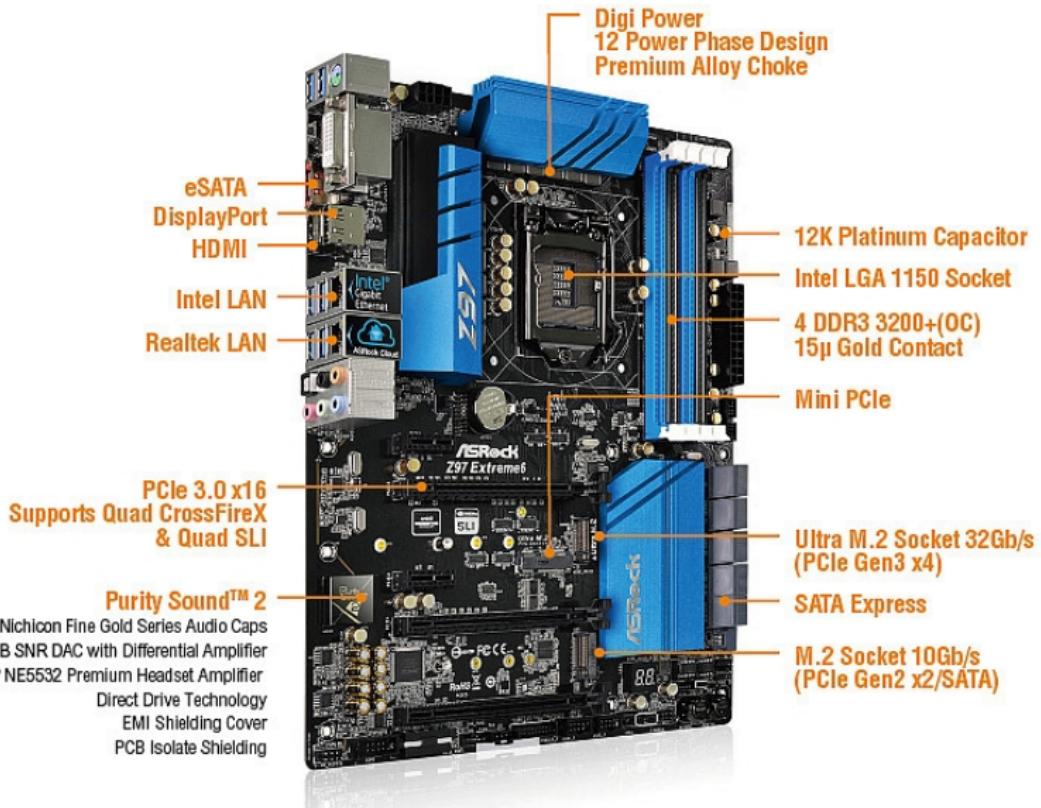
Porovnání mSATA a verzí M.2

SATA 타입



PCIe 타입



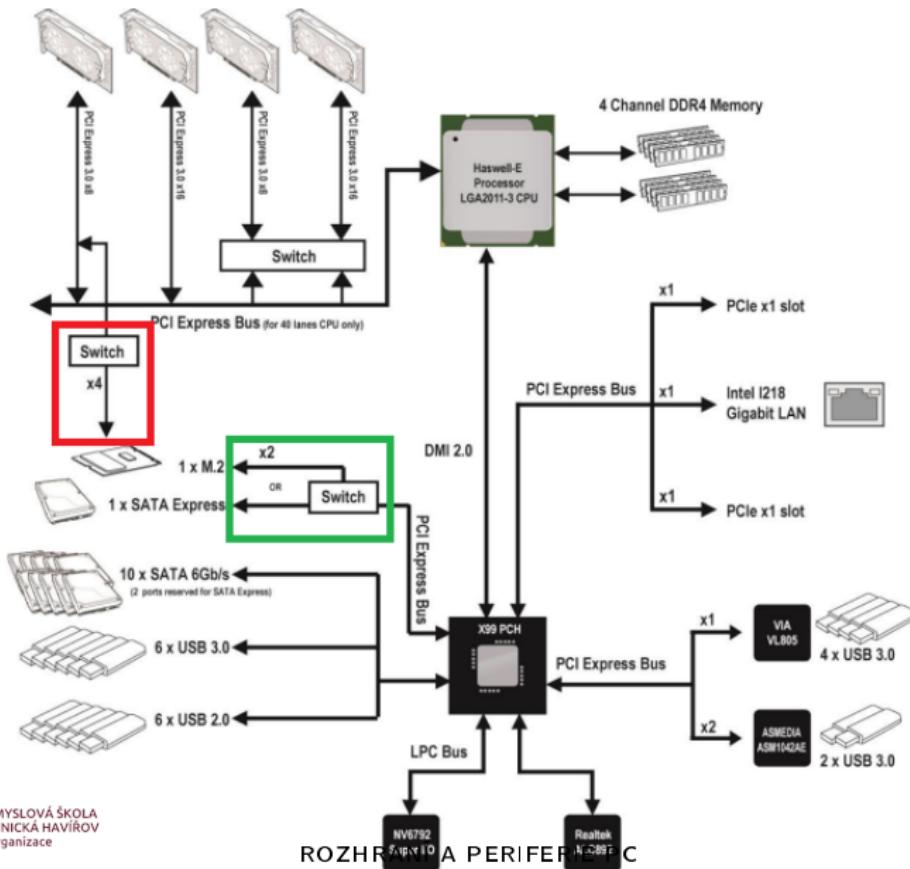


SFF 8639 – nové označení U.2 - M.2 pro Hot Swap

Kabel s konektory miniSAS HD a U.2



Dnes na verzi PCI- E i na počtu linek záleží



AHCI (Advanced Host Controller Interface)

- AHCI (Advanced Host Controller Interface) je hardwarová vrstva mezi čipsetem a SATA zařízením, nachází se na úrovni PCI rozhraní. Jeho hlavním účelem je umožnit komunikaci mezi software a SATA disky či mechanikami na úrovni, kterou PATA řadiče již nedokáží.
- Pokročilé funkce jako je hot-plugging nebo NCQ. Působí jako „urychlovač a překladač datových požadavků.“
- Eliminace rozdělení disků na Master a Slave, 64bitové adresování, ovládání stavových LED, power managing, port multiplier

AHCI HBA (Host Bus Controller)

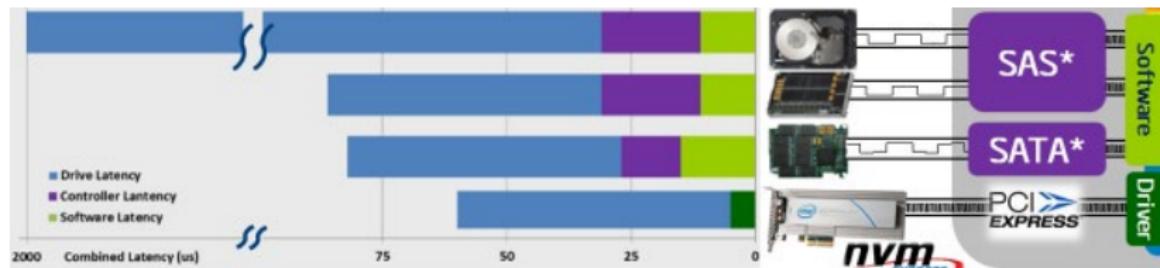
Většina nativních SATA řadičů umožňuje práci ve třech režimech – legacy, čili IDE kompatibilní, druhým je povolení AHCI, které při osazení počítače jediným diskem umožní nejsnazší využívání hot-plugu nebo NCQ, a nakonec možnost zapojení do RAID (nejčastěji 1,0 se dvěma nebo 5 se čtyřmi disky).

Intel doporučuje bez závislosti na osazení disky používat RAID mód, který v případě detekce jediného disku nijak nezasahuje do práce systému, ale váš počítač je kdykoli připraven na další rozšíření.

Co znamená NVMe

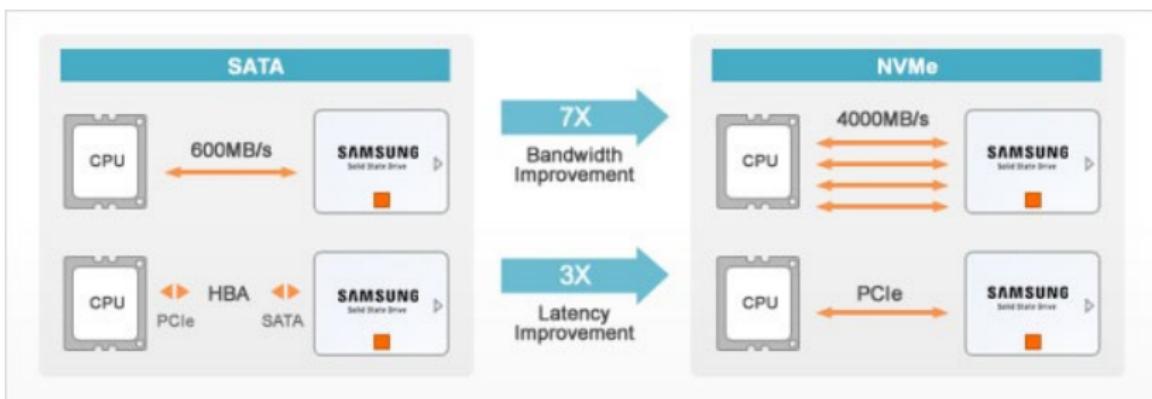
Non-Volatile Memory Host Controller Interface

- AHCI - rok 2004, pevné disky s mechanickým ukládaním dat
- Tmavě modrá - latence pevného disku (přístupová doba, rychlosť řadiče, odezva disku)
- Fialová - zpoždění v diskovém řadiči (zpravidla čip na desce nebo obvody v čipsetu)
- Světle a tmavě zelená - reakční doba softwaru, neboli ovladače.



NVMe jaký je teda rozdíl?

- mechanicky disk - latence v tisících mikrosekund
- SSD na AHCI - latence 80 mikrosekund (řadič a ovladač)
- NVMe protokol - procesor komunikuje s diskem přímo, nepotřebuje k tomu žádný řadič - latence 60 mikrosekund
- výsledek? - sedmkrát narostla přenosová kapacita a třikrát se snížila latence



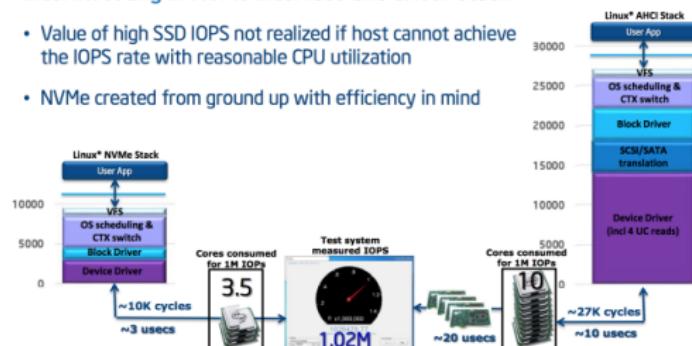
NVMe prakticky

AHCI fronta pro 1 milion IOPS potřebuje deset procesorových jader, procesory potřebují ke zpracování 27 tisíc cyklů a trvá to deset mikrosekund. Ta stejná úloha, u NVMe zatíží pouze necelá čtyři procesorová jádra, zpracování zabere procesorům 10 tisíc cyklů a pouze tři mikrosekundy. Zátěž procesoru je nižší, zpracování požadavků rychlejší.

NVMe* Conducive to Efficient Stack

Intel investing in NVMe interface and driver stack

- Value of high SSD IOPS not realized if host cannot achieve the IOPS rate with reasonable CPU utilization
- NVMe created from ground up with efficiency in mind



NVMe - závěr

- technologie pro SSD disky připojené k PCI-E rozhraní
- Disk komunikuje s procesorem přímo (pokud jsou PCI-E linky přímo v něm, jako u Intelu.) Není potřeba žádný řadič, jen ovladač v systému. Přístupová doba je značně kratší a propustnost až 8GB/s (jedním směrem) při použití osmi PCI-E 3.0 linek.
- U AHCI je daná jen jedna příkazová fronta s třiceti dvěma příkazy, u NVMe je front 64 tisíc a každá se 64 tisíci příkazy najednou. NVMe podporuje vícenásobný přístup, a paralelizaci na straně procesoru. Počet IOPS není limitován jedním jádrem procesoru, lze využít všechna jádra.



NVMe M.2 (vpravo) a SATA M.2 (vlevo)

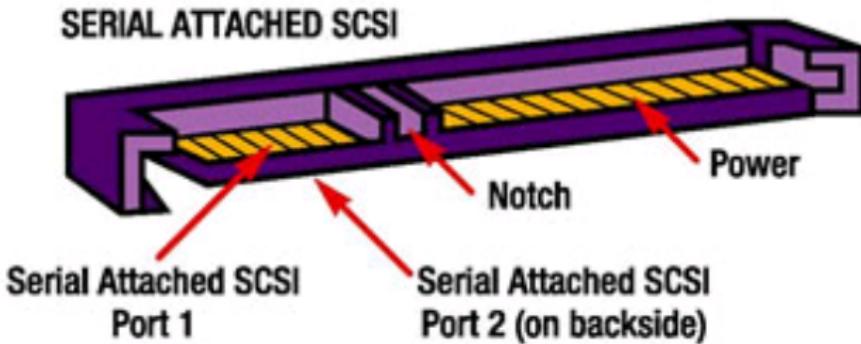
SATA disky mají zářezy dva, NVMe mají jen jeden, což znamená určitou míru kompatibility. Pokud je M.2 slot NVMe kompatibilní, je velká šance, že v něm budou fungovat také SATA SSD, opačně to však vzhledem k povaze socketů neplatí. Je zároveň možné, že slot kompatibilní nebude, případně bude potřeba režim M.2 slotu ručně nastavit v BIOSu. Ve všech situacích je však dobré si předem kompatibilitu ošetřit a zkontolovat, zda základní deska disponuje správným rozhraním.

nová M.2 - PCIe 5.0 M.2 SSD, které dosahují rychlostí až 14 GB/s



SAS (Serial Attached SCSI)

pokračovatel SCSI rozhraní, v sériovém provedení, používá se u nejvýkonnějších serverových disků s rychlosťmi otáčení ploden až 15 000 rpm. Konektor podobný SATA



Hitachi GST (2012) disk se SAS 12Gb/s - 2 porty -> 4,8 GB/s

FireWire - IEEE1394

vysokorychlostní sériová sběrnice (peer to peer) vyvinutá společností Apple sloužící k připojení externích disků, rychlosť dnes až 800 Mb/s (100 MB/s) (2007), pracuje se na 6,4 Gb/s (ted' už ne - nástupce Thunderbolt)

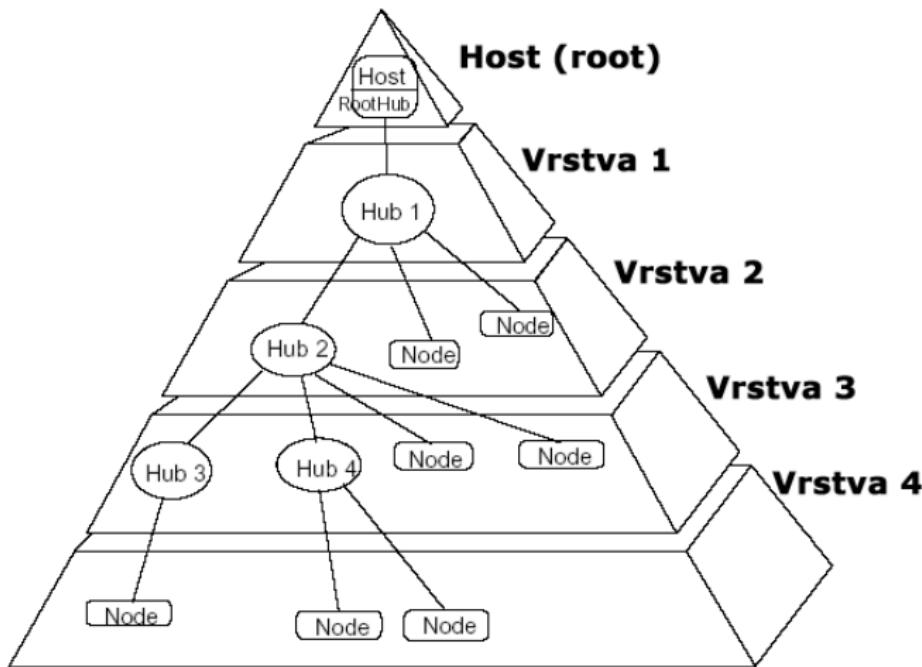


Rozhraní USB

- sériové rozhraní
- rychlosť 1.5, 12, 480 Mb/s, 4.8Gb/s
- pripojenie zariadení až na vzdáenosť 5 m
- možnosť napájenia z konektora
- až 127 pripojených zariadení
- podpora plug & play
- topologie založená na USB rozbočovačoch (HUB), ktoré zároveň pracujú ako opakovače (repeater – zesiluje signál)

Architektura

- max. 7 hubů, max. 127 zařízení

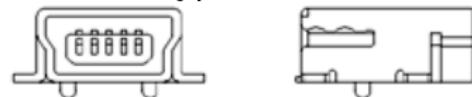


Konektory

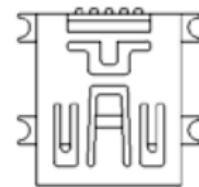
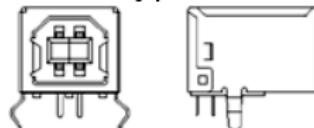
Typ A



Typ „mini“

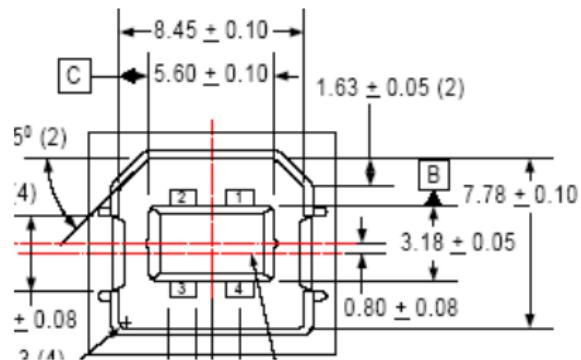
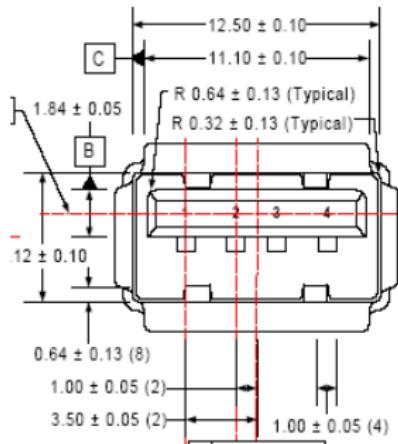


Typ B



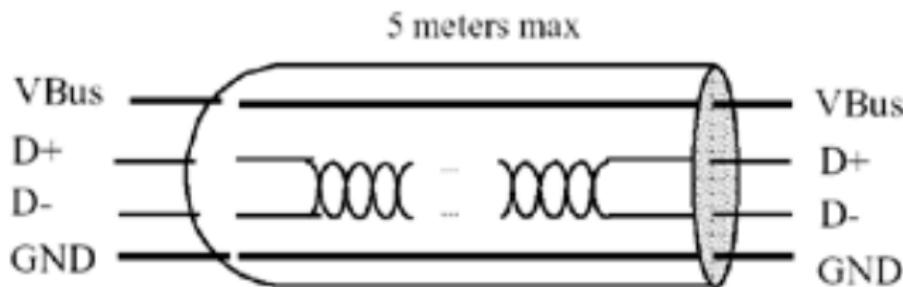
Vývody konektoru

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



USB kabel

- stíněný nebo nestíněný (pro Low Speed, max. délka 3 metry)
- data - kroucený pár, napájení - napřímo
- 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
- 3.0 - Super Speed - teoretická propustnost max. 4.8 Gb/s (600 MB/s),
 - 8 vodičů (6 datových + 2 napájecí)

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

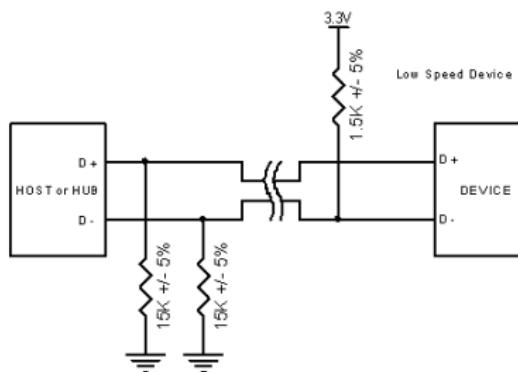
Reálná přenosová rychlosť bývá sotva poloviční (2.0 – 30 MB/s, 3.0 – 60 MB/s)

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

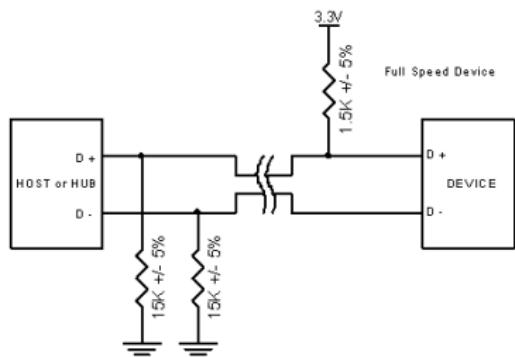
Definice rychlosti zařízení

- Zařízení mohou být připojena za chodu, je třeba jejich zařízení rozpoznat a určit rychlosť, s jakou jsou schopna komunikovat.
- Řešení: změna napětí na některém z datových vodičů.
- Zařízení USB 1.1 nemusí podporovat Full Speed

Low Speed



Full Speed

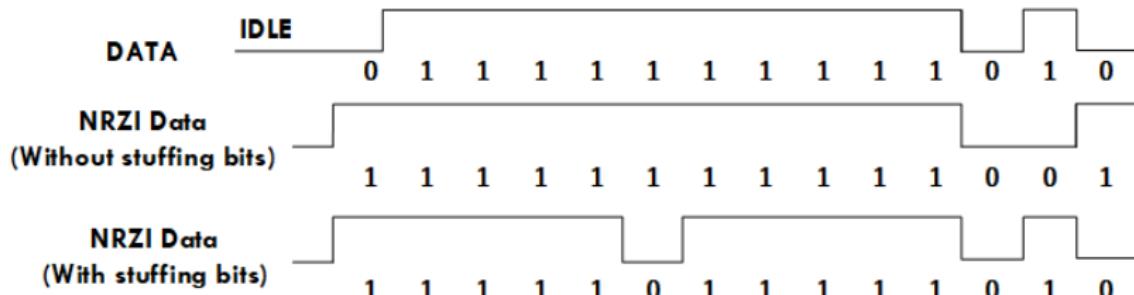


High Speed

- Zapojeno stejně jako Full Speed
- Ze začátku také tak komunikuje na FS, zvýšení rychlosti je potom řešeno softwarově.
- Zařízení USB 2.0 nemusí podporovat High Speed

Přenos dat

- není přenášen hodinový signál, synchronizace na základě dat
- kódování NRZI (Non Return to Zero Invert)
 - 0 – změna úrovně, 1 - ponechání úrovně
 - sync-byte 00000001
- bit stuffing - vynucení změny
 - po každých 6-ti jedničkách vložena nula, příjemce nuly navíc odstraňuje
 - paket obsahující více než 6 jedniček za sebou je ignorován
- datové vodiče přenáší vzájemně negovaný signál



Napájení z USB - standardy

- hub dodává 4.75 – 5.25 V, max. pokles o 0.35 V
- zařízení odebírá max. 100 mA, zařízení může specifikovat, že potřebuje méně
- zařízení může požádat až o 500 mA (nedojde-li k poklesu)
- hub napájený po sběrnici je schopen dodávat max. 100 mA / port
- USB 3.0 – max. 900 mA
 - vylepšená správa napájení
 - existují 3 úsporné režimy

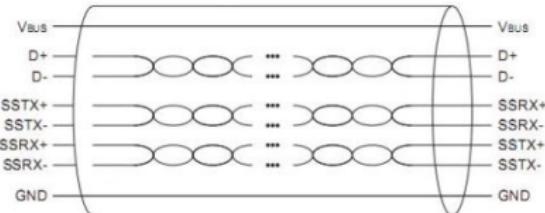
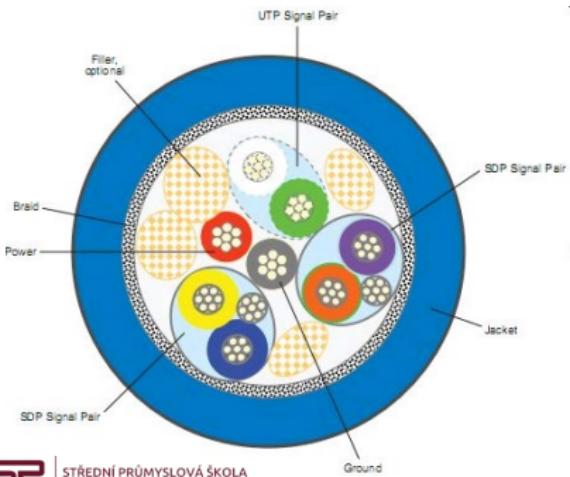
Organizace sběrnice

- one-master - 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

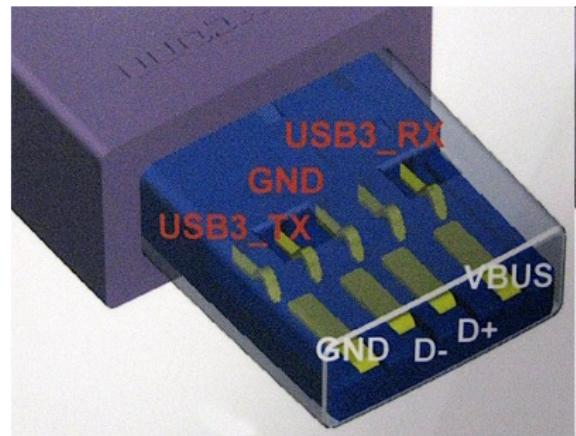
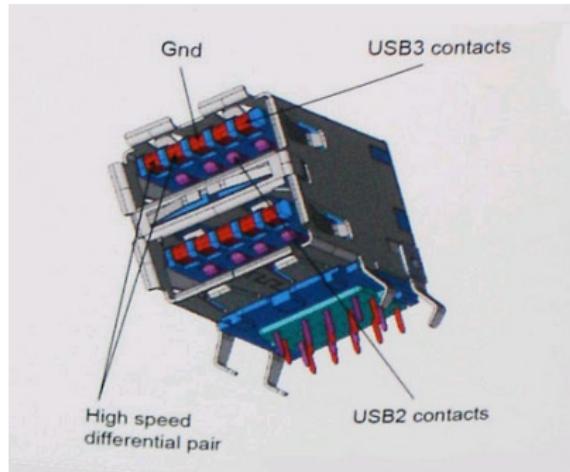
USB 3.0

Na rozdíl od USB 2.0 přibyly 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

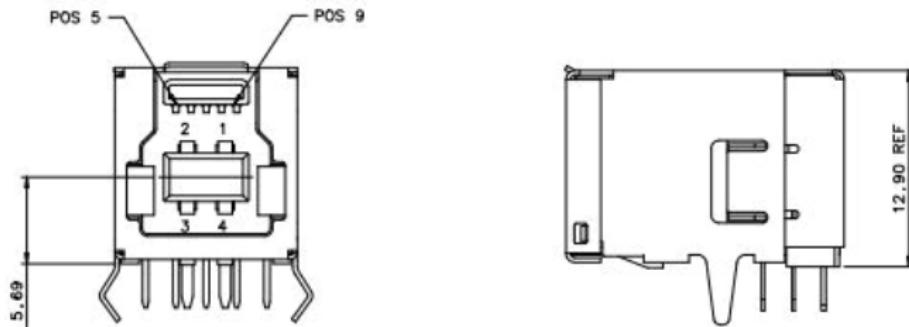


USB 3.0 VS USB 2.0

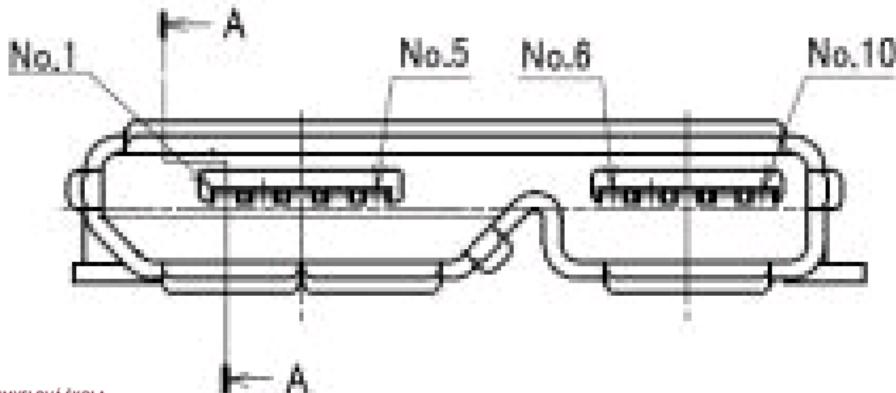
- USB 3.0 Duální simplex (full duplex) – přenos dat mezi USB zařízením a PC je obousměrný (data jsou současně vysílaná i přijímaná)
- USB 2.0 Poloviční duplex – přenos je pouze jednosměrný – v jednom okamžiku jsou data buď přijímaná, nebo vysílaná, není možné zároveň posílat a přijímat.

- USB 2.0 k USB 3.0 (PC) - v pořádku
- USB 3.0 k USB 2.0 (PC) - zajištění zpětné kompatibility - 2 konektory v jednom viz. 62

Konektory typu B a micro USB



USB micro B 3.0



Generace

Generace	Rok vydání	Přenosová rychlosť	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 3.1 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 3.2 Gen 2	2017	10 Gbit/s	1,25 GB/s	Super Speed10Gbps
USB 3.2 Gen 2x2	2017	20 Gbit/s	2,5 GB/s	Super Speed20Gbps
USB 4.0	2019	40 Gbit/s	5 GB/s	Super Speed 40 Gbps
USB 4.0 Version 2.0	2022	80 Gbit/s	10 GB/s	



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 pásmo	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

rychlosť až 10Gb/s, oboustranný konektor

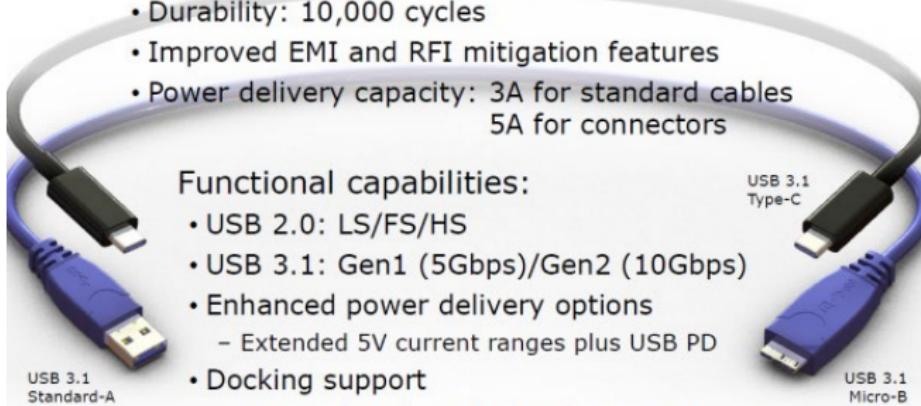
USB Type-C – Additional Characteristics

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



IDF14

11 *Artist renderings courtesy of Foxconn*, final design subject to change*

USB standardy a konektory



USB 2.0
až 480 Mb/s



USB 3.0
až 5 Gb/s

SS \leftarrow^10



USB 3.1
až 10 Gb/s

SS \leftarrow^20



USB 3.2
až 20 Gb/s

40 \leftarrow



USB4
až 40 Gb/s



Thunderbolt 3
až 40 Gb/s



Thunderbolt

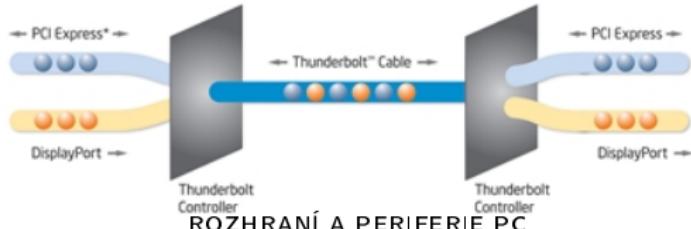
- hardwarové rozhraní
- Intel + Apple - Light Peak
- Mini Display Port konektor
- registrován pod Apple následně po Intel



THUNDERBOLT™

Thunderbolt

- spojení PCI-Express a DisplayPort do sériového datového rozhraní
- vyšší tolerance délky a kvality kabelů
- Řídící čipy Thunderboltu slučují data z těchto dvou zdrojů dohromady a rozdělují je zase zpátky ke zpracování v rámci zařízení, které tato data obdrží.
- Tento systém je zpětně kompatibilní s existujícím hardware DisplayPortu.
- Speciální řadič, na obou přístrojích, mezi kterými chceme rychlé propojení Thunderbolt použít (neplatí pro DisplayPort).
- Řadič je přímo spojen se sběrnicí PCI Express × 4 (PCI Express v. 2.0)



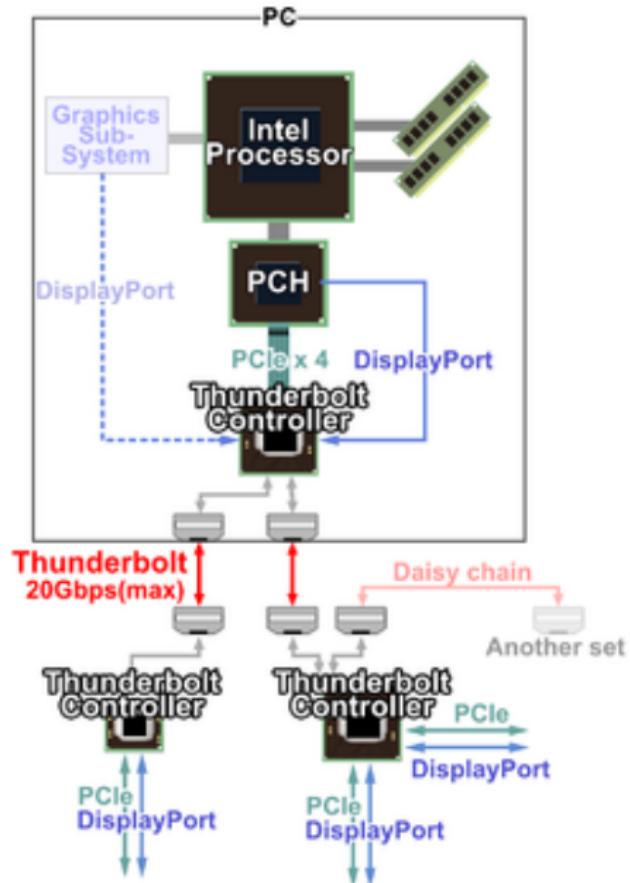
ROZHRANÍ A PERIFERIE PC

Thunderbolt

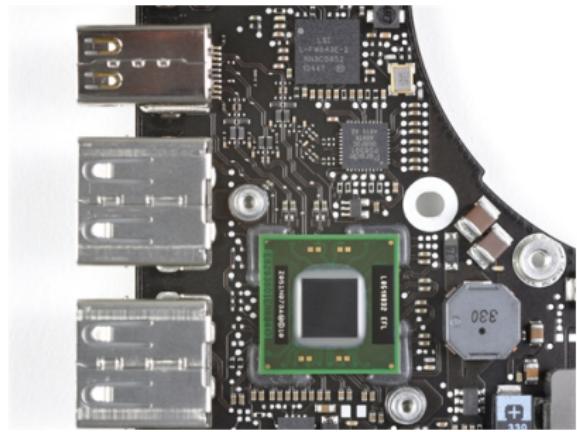
- původní určení - optický spoj
- konvenční měděné vodiče mohou poskytovat požadovaný výkon přenosu 10 Gbit/s pásmu Thunderbolt na jeden kanál za nižší cenu
- označní Ligh Peak 2011, změněno na Thunderbolt po přechodu na měděné vedení, optický spoj dnes označován jako Silicon Photonics Link.
-
- Jeden port Thunderbolt umožňuje připojení hubů nebo sériové zapojení až sedmi zařízení Thunderbolt, přičemž až dvě z těchto zařízení mohou být displeje ve vysokém rozlišení používající DisplayPort.
- Firma Apple prodává stávající adaptéry DisplayPort pro DVI, dual-link DVI, HDMI a VGA výstup z portu Thunderbolt, což ukazuje na širokou kompatibilitu.

Thunderbolt specifikace

- využívá rozhraní PCI Express 2.0 × 4 (max. 16 Gb/s)
- standardní propustnost po jednom kabelu až 10 Gb/s (20 Gb/s)
- Thunderbolt řadič zvládne až 40 Gb/s (obousměrně, dvoukanálově)
- odezva je 8 ns
- maximální výkon 10 W
- lze připojit až 7 zařízení na jeden port
- maximální délka kabelu (metalika) 3 metry
- umožňuje implementovat různé protokoly i opticky
- aktuální Thunderbolt 4 (40Gb/s), také 2x 4K monitory **nebo 1x 8k monitor**
- Thunderbolt 5 - oznámeno 2024, 120 Gbps

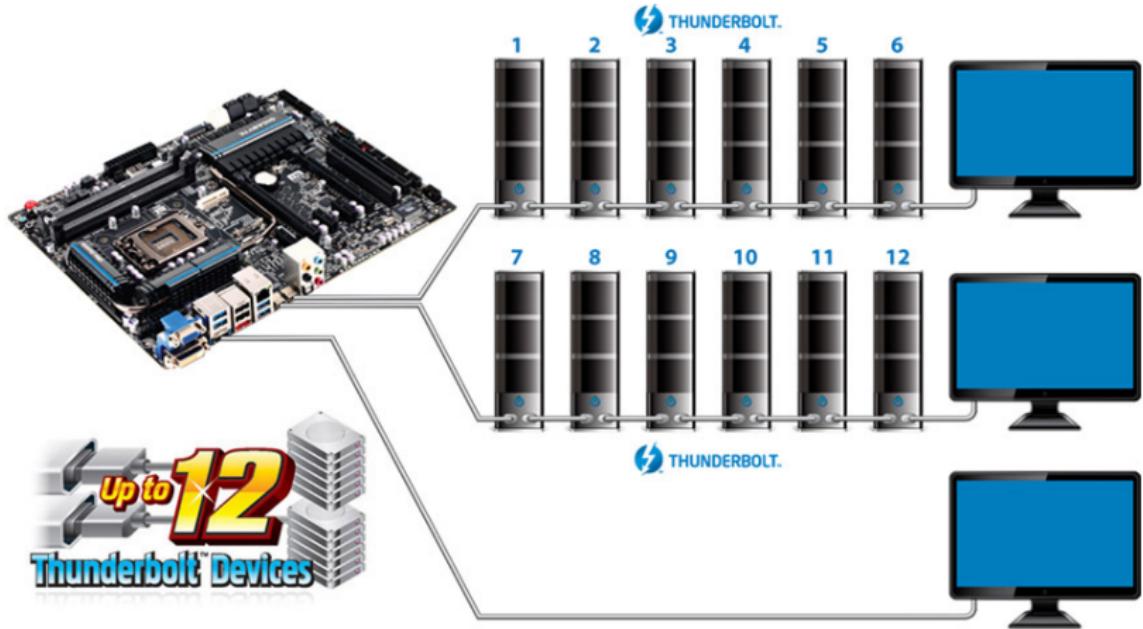


Thunderbolt



Základní desky GIGABYTE série 7

1 TB dat za pouhých pět minut



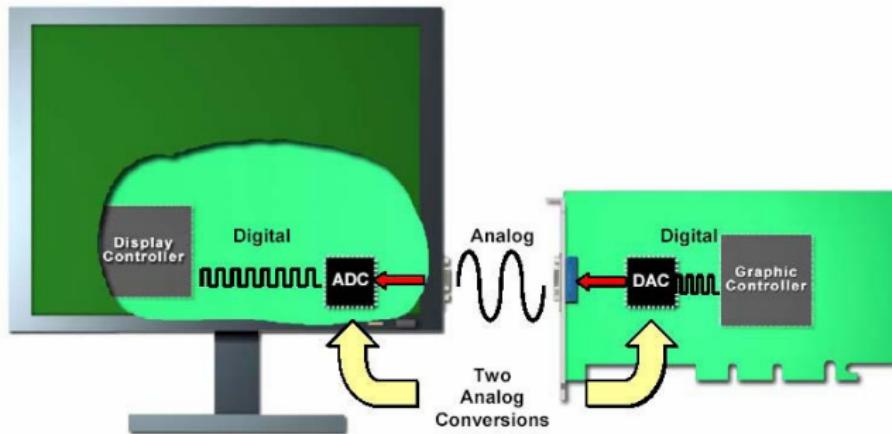
Thunderbolt 3 - 40 Gb/s v konektoru

- dvojnásobná rychlosť v porovnaní s Thunderbolt 2
- změna konektoru z mini DisplayPortu na USB-C
- použití v oblasti notebooků, tabletů, mobilních telefonů

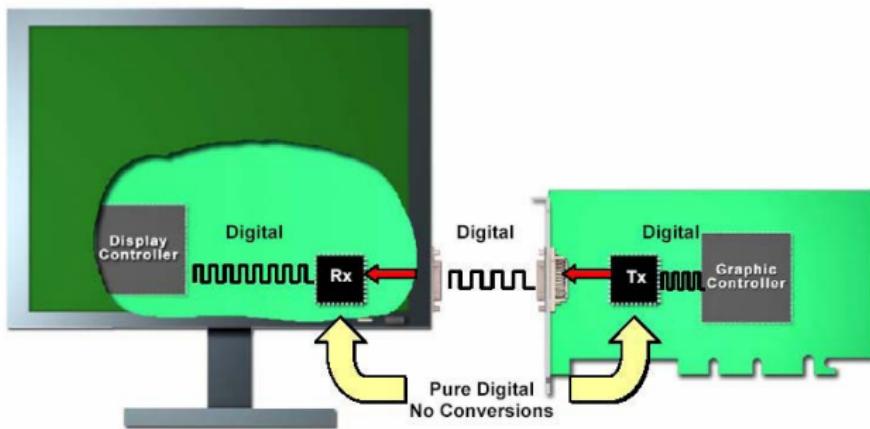


Číslicový monitor, analogové řízení

- DAC – Digital – to – Analog Converter
- ADC - Analog – to – Digital Converter

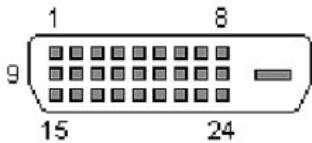


Číslicový monitor, číslicové řízení

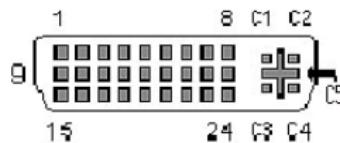


Konektory rozhraní

- D-SUB – standardní analogové rozhraní (VGA)
- DVI (Digital Video Interface)
 - DVI-D používá 25-pinový konektor přenáší výhradně digitální signál
 - DVI-I (Integrated) používá 29-pinový kabel - je schopno přenést také analogový signál (existuje spec. kabel osazený na jedné straně D-SUB a na druhé DVI)
- mini DIN (4,7,9) - S-Video
- HDMI
- Display port



DVI-D



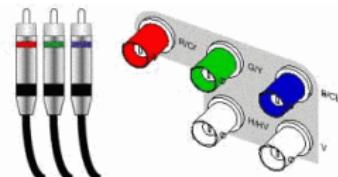
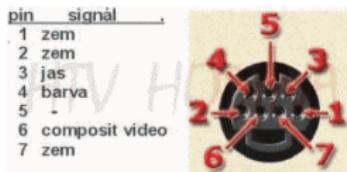
DVI-I



mini DIN

Analogová rozhraní

- S-Video (Separate Video) – přenáší odděleně jas a barvu
 - MiniDIN-4 – 4 pinový, pro spotřební elektroniku (DVD, VCR, TV)
 - MiniDIN-7 – 7 pinový, pro počítače (často se takto připojují projektor)
- Composite Video – pro TV, bezpečnostní kamery, některé monitory
 - přenáší zvlášť signály pro základní barvy R, G, B (3 kably)
- VGA



Digitální rozhraní



DVI-I Single link
digital + analog



DVI-I Dual link
digital + analog



DVI-D Single link
jen digital



DVI-D Dual link
jen digital



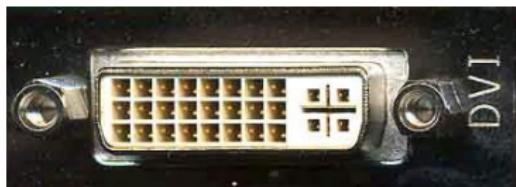
DVI-D



DVI-I



DVI-A

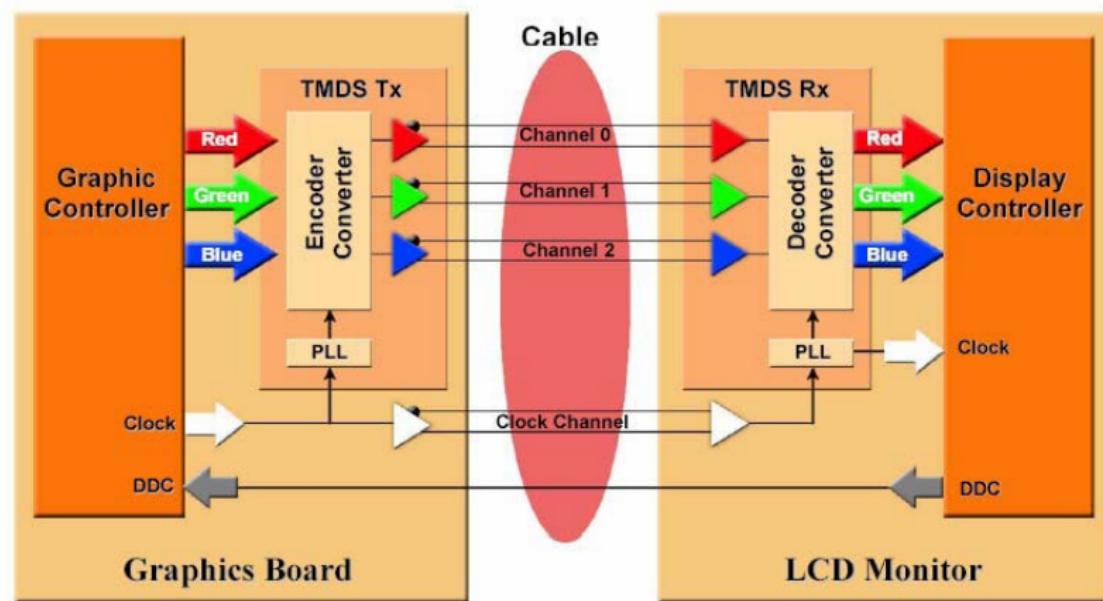
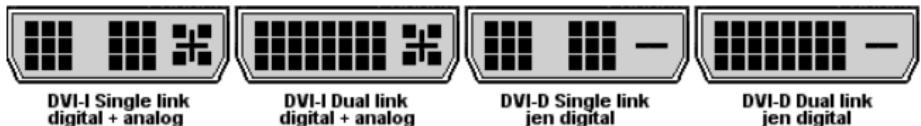


Jeden nebo dva spoje DVI

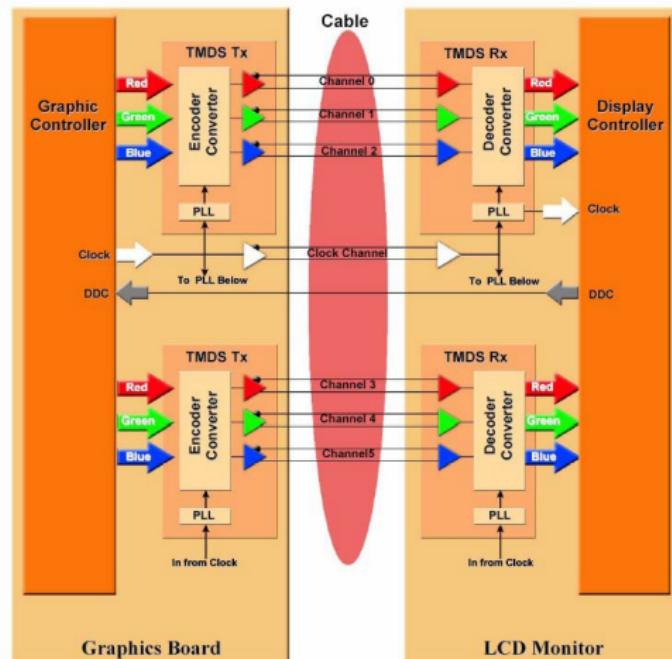
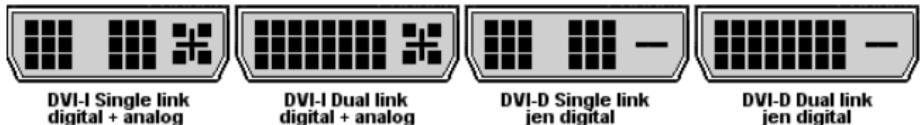
- Aktivní je jeden nebo dva spoje v závislosti na požadovaném rozlišení (závislost na rychlosti komunikace a počtu dat)
- spoj je sestaven z kanálů
 - Kanál – informace o barevné složce R, G, B
 - PLL - Phase Locked Loop – generování synchronizace, možnost synchronizace na externě přivedený kmitočet

Aktuálně: DisplayPort 2.1 (Ultra Hight Bit Rate až 80 Gbps)

Řízení LCD monitoru přes jeden spoj rozhraní DVI



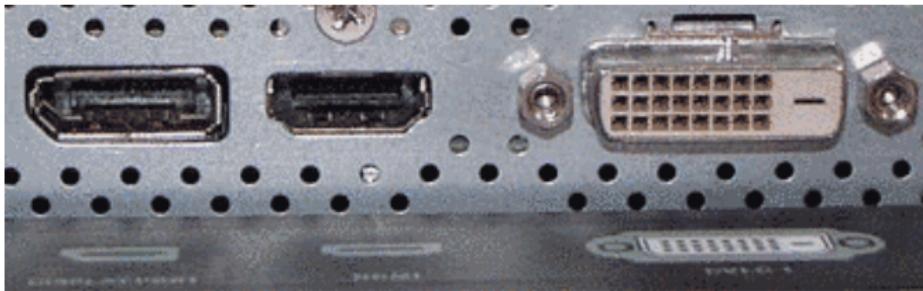
Řízení LCD monitoru přes rozhraní DVI se dvěma spoji



HDMI

HDMI (High-Definition Multimedia Interface) – představuje rozhraní pro přenos digitálního nekomprimovaného obrazu a zvuku. Display Port je digitální rozhraní pro LCD monitory. Přenáší nekomprimovaný digitální obsah s podporou ochrany se 128bitovým šifrováním AES, a 8kanálového zvuku. Od HDMI se mimo jiné odlišuje volnější licencí.

Aktuálně: HDMI 2.1a (48 Gbps), oznámeno 2024 - HDMI 2.1b



DDC - Display Data Channell

- Kanál, jímž lze z displeje přenést do grafického adaptéru specifikaci monitoru. Ta je uložena v paměti PROM nebo EEPROM.
- Přes DDC počítač zjistí, jaký je k němu připojený monitor.
- Komunikační protokol – I2C – umožňuje připojení více prvků typu bus master – zde je pouze jeden – grafický adaptér.
- Formát dat – formát EDID (Extended Display Information Data) definovaný asociací Video Electronics Standards Association (VESA).
- EDID obsahuje např. jméno výrobce, typ monitoru, typ luminiscenční vrstvy, typ filtru, údaje o časování podporovaném monitorem, rozměry obrazovky
- EDID verze 1.0 - 1994, verze 1.1 - 1996, verze 1.2, a 1.3 2000.
- Všechny tyto verze mají velikost 128 B, EDID verze 2.0 sestává z 256 B.

Doba odezvy, barevný gamut, kontrast

■ Doba odezvy:

- Čas, který potřebuje pixel k přechodu mezi dvěma stavami (např. od černé k bílé).
- Nižší doba odezvy je lepší pro dynamický obsah (videohry, filmy).

■ Barevný gamut:

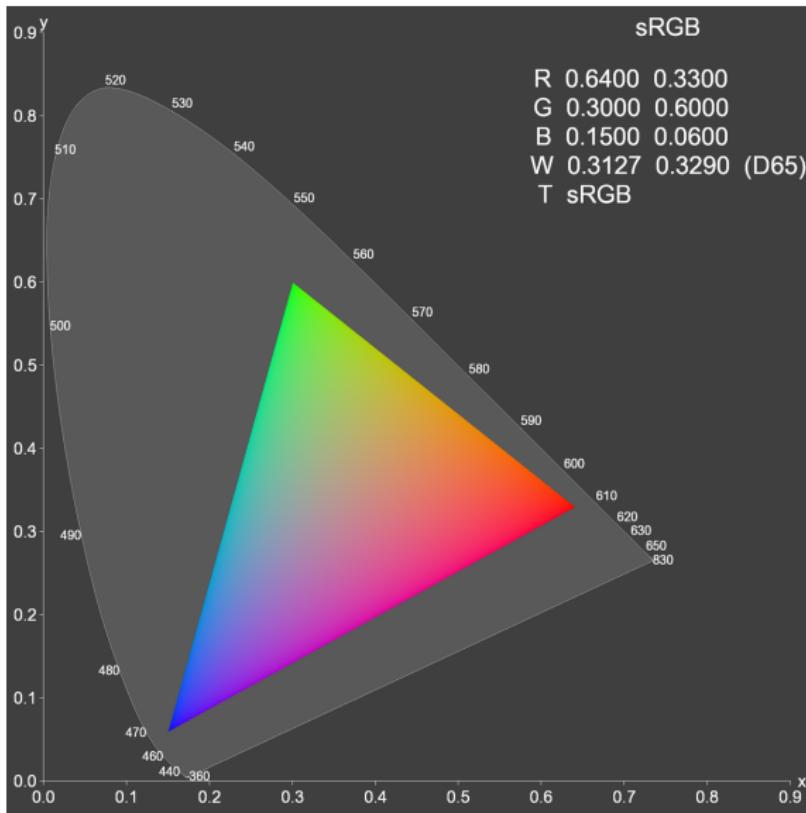
- Měří rozsah barev, které zařízení může zobrazit.
- Standardy: sRGB, Adobe RGB, DCI-P3.

■ Kontrast a dynamický kontrast:

- Kontrast: Rozdíl mezi nejsvětlejším a nejmavším bodem obrazu.
- Dynamický kontrast: Změna kontrastu v závislosti na jasu scény.

■ Jas:

- Měří intenzitu světla vyzařovaného obrazovkou (cd/m^2).
- Vyšší jas je vhodný pro jasné prostředí.



Míchání barev - RGB

■ Aditivní míchání barev:

- Používá se pro zobrazování na obrazovkách (monitory, projektor).
- Základní barvy: **Červená (Red), Zelená (Green), Modrá (Blue)**.
- Kombinací těchto barev vznikají všechny ostatní barvy.
- Při sečítání všech tří barev vzniká **bílá**.

■ Příklad kombinace:

- Červená + Zelená = Žlutá.
- Zelená + Modrá = Azurová.
- Červená + Modrá = Fialová.

■ Barevný prostor RGB:

- RGB model pokrývá široký barevný gamut používaný na obrazovkách.
- Čím více bitů na každý kanál (R, G, B), tím více barev může být zobrazeno.

Míchání barev - CMYK

■ Subtraktivní míchání barev:

- Používá se v tisku (inkoustové tiskárny, tiskové ofsetové technologie).
- Základní barvy: **Azurová (Cyan)**, **Purpurová (Magenta)**, **Žlutá (Yellow)** a **Černá (Key)**.
- Při míchání barev se odečítají určité vlnové délky světla.
- Kombinace **Cyan + Magenta + Yellow** dává ideálně **černou**, ale v praxi je místo toho přidávána černá barva pro zlepšení kvality.

■ CMYK v tisku:

- Vhodné pro tisk s vysokou barevnou přesností.
- Tento model je optimální pro fyzické média, protože se zakládá na absenci světla.

CIE 1931 XY barevný prostor

■ CIE 1931 XYZ:

- Standardní model pro vědecké zobrazení barev.
- Tento model je vytvořen na základě průměrného vnímání barev u lidského oka.
- **XY diagram** je projekce, která zobrazuje barevné spektrum lidského vnímání barev.

■ Důvod použití:

- CIE 1931 XY je nezávislý na konkrétním zařízení a je využíván v různých oblastech, jako je kalibrace displejů a standardizace barev.
- Umožňuje přesně definovat a měřit barvy tak, jak je vnímá lidské oko, což je důležité pro technické aplikace jako je výroba a kalibrace zařízení.

Typy podsvícení

■ **LED podsvícení:**

- Využívá LED diody pro podsvícení displeje.
- Efektivní, energeticky úsporné.

■ **OLED podsvícení:**

- Každý pixel je samostatně podsvícený, což umožňuje dosažení černé barvy.
- Vysoký kontrast a věrné barvy.

■ **QLED (Quantum Dot LED):**

- Využívá kvantové tečky pro zlepšení barevného gamutu.
- Zlepšuje kontrast a jas.

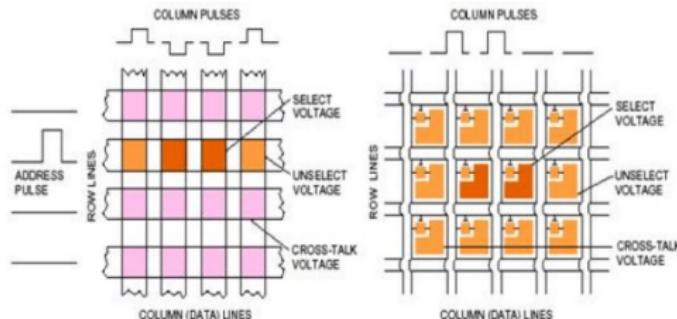
Pasívní vs. Aktivní řízení (matice)

■ Pasívní matice:

- Nižší náklady, jednodušší konstrukce.
- Méně přesné řízení pixelů, horší kvalita obrazu.

■ Aktivní matice (TFT, IGZO):

- TFT (Thin Film Transistor): Vysoká kvalita obrazu, rychlá doba odezvy.
- IGZO (Indium Gallium Zinc Oxide): Efektivní řízení s nízkou spotřebou energie.



LCD technologie: TN, xVA, IPS

■ TN (Twisted Nematic):

- Nejstarší a nejlevnější technologie.
- Rychlá doba odezvy, ale horší pozorovací úhly a barevná reprodukce.

■ xVA (Vertical Alignment):

- Lepší kontrast a pozorovací úhly než TN.
- Vhodné pro sledování filmů, horší doba odezvy než TN.

■ IPS (In-Plane Switching):

- Vysoké pozorovací úhly a barevná reprodukce.
- Pomalejší doba odezvy než TN, ale lepší pro profesionální grafiku.

Možné vady LCD

■ Mrtvé pixely:

- Pixel, který nereaguje na změnu signálu.
- Často se vyskytují u nových obrazovek, mohou být viditelné.

■ Stínování a šedé oblasti:

- Nerovnoměrné podsvícení displeje.
- Viditelné zejména na světlých nebo černých pozadích.

■ Obrazové duchy (Image retention):

- Dočasná zůstávající stopa po zobrazení statického obrazu.
- Častější u OLED panelů.

Projektory - Typy a výhody

■ DLP (Digital Light Processing):

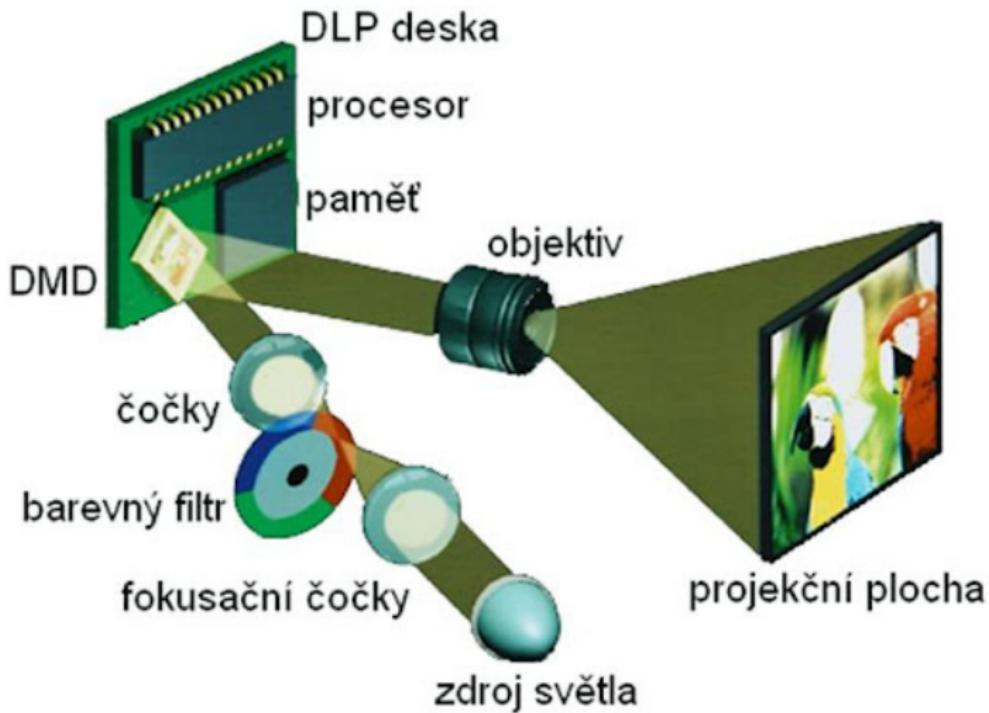
- Používá digitální zrcadla pro projekci obrazu.
- Vysoký kontrast, malé rozměry.

■ LCD projektor:

- Používají tekuté krystaly pro zobrazení obrazu.
- Nižší cena, nižší kontrast než DLP.

■ LCoS (Liquid Crystal on Silicon):

- Kombinuje výhody LCD a DLP.
- Vysoká kvalita obrazu, náročnější na údržbu.



Bezdrátová rozhraní

- **Miracast** – otevřený standard pro bezdrátový přenos obrazu založený na Wi-Fi Direct. Podporuje přenos až 4K rozlišení při 60 Hz a HDR obsah. Nativně integrován ve Windows 10/11 a Android zařízeních.
- **UWB (Ultra-Wide Band)** – 3.1–10.6 GHz, dosah až 50 m.
 - Přesná lokalizace zařízení (AirTag, Samsung SmartTag+)
 - Bezklíčový přístup do automobilů (BMW Digital Key Plus)
 - Přesné určení relativní pozice s přesností na centimetry
- **WiGig (IEEE 802.11ad/ay)** – využívá pásmo 60 GHz pro vysokorychlostní bezdrátový přenos dat s rychlosťí až 176 Gbit/s (802.11ay). Ideální pro bezdrátové VR headsety a přenos nekomprimovaného videa (do 10 m).
- **AirPlay** – proprietární technologie Apple pro streaming audia a videa s podporou až 4K HDR. Používá Wi-Fi síť a umožňuje zrcadlení obrazovky nebo streaming obsahu mezi Apple zařízeními a kompatibilními televizory/monitory.

Tiskové technologie

■ Laserový tisk:

- Používá laser k vytvoření obrazu na elektricky nabitém válci.
- Rychlý a přesný tisk, ideální pro velké objemy.
- Vysoké náklady na zařízení, nízké náklady na tisk.

■ Inkoustový tisk:

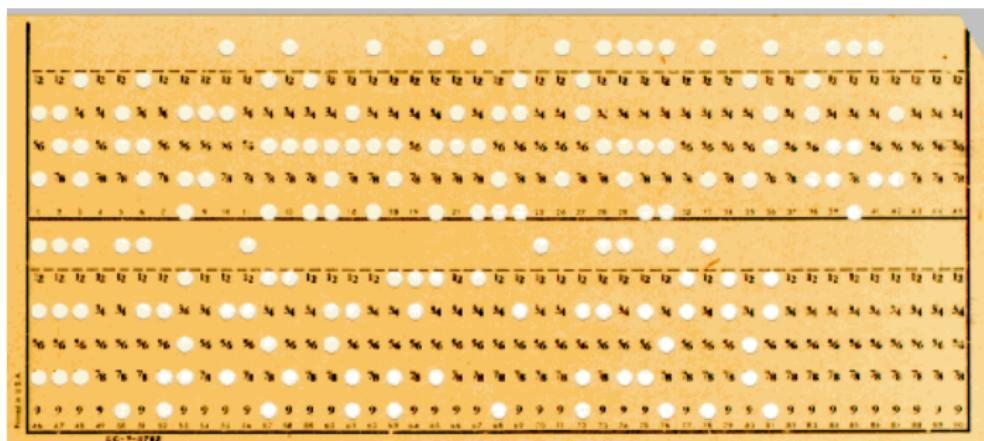
- Vstříkuje kapky inkoustu na papír.
- Vhodné pro barevný tisk s vysokou kvalitou detailu.
- Nižší pořizovací cena, vyšší náklady na provoz.

Záznamová zařízení - přehled

- Děrné štítky (historicky)
- Disketové mechaniky (FDD)
- ZIP mechaniky
- Magnetooptická zařízení (MO, Minidisc)
- Optická média (CD, DVD, Blu-ray)
- Flash paměti (USB flash disky, paměťové karty)

Děrné štítky

- První způsob ukládání digitálních dat (1725)
- Standardní rozměr $80 \times 12.7 \text{ mm}$ (IBM)
 - Data reprezentována přítomností nebo absencí děr
 - 80 sloupců \times 12 řádků
 - Kapacita přibližně 80 bajtů na štítek
- Použití až do 80. let 20. století
- Čtení pomocí mechanických nebo fotoelektrických čteček



Disketové mechaniky (FDD)

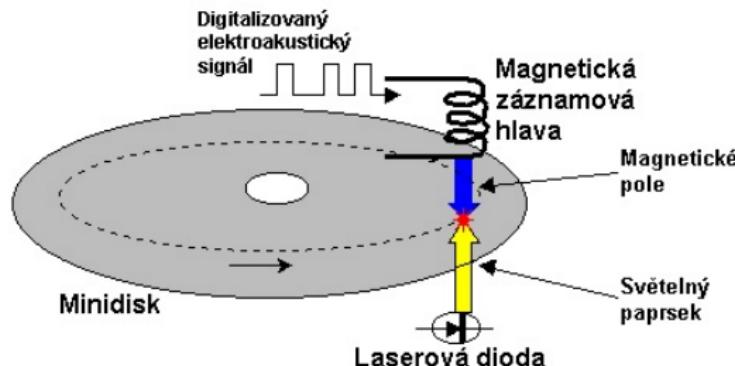
- 8"diskety (1971)
 - Kapacita 80 KB
- 5.25"diskety (1976)
 - Kapacita 360 KB až 1.2 MB
- 3.5"diskety (1981)
 - Kapacita 720 KB až 2.88 MB
- Využití magnetického záznamu
- Rychlosť čtení/zápisu cca 500 KB/s
- Životnosť média približne 10 let

ZIP mechaniky a SuperDisk

- ZIP disk (Iomega, 1994)
 - Kapacita 100 MB, později 250 MB a 750 MB
 - Přenosová rychlosť až 7.5 MB/s
 - Vyšší spolehlivost než diskety
- SuperDisk (LS-120)
 - Kapacita 120 MB, později 240 MB
 - Zpětně kompatibilní s 3.5"disketami
 - Přenosová rychlosť až 4 MB/s

Magnetooptická zařízení

- MiniDisc (Sony, 1992)
 - Kapacita 140 MB až 1 GB
 - Využití pro audio záznam
 - Kombinace magnetického a optického záznamu
- MO disky
 - Kapacita 128 MB až 9.1 GB
 - Vysoká životnost (až 50 let)
 - Odolné vůči magnetickému poli

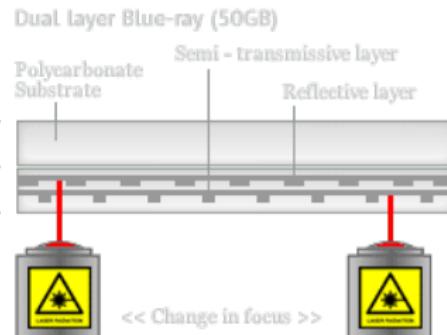
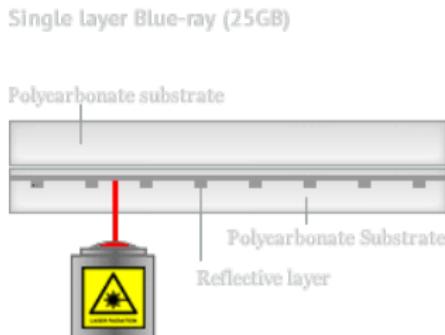


Optická média - CD

- CD-ROM (1985)
 - Kapacita 650-700 MB
 - Přenosová rychlosť 150 KB/s (1x)
- CD-R (zapisovatelné)
 - Jednorázový zápis dat
- CD-RW (přepisovatelné)
 - Možnost opakovaného zápisu
- Různé rychlosti mechanik (1x až 52x)
- Životnost 5-10 let

Optická média - DVD a Blu-ray

- DVD (1995)
 - Jednostranné: 4.7 GB
 - Dvouvrstvé: 8.5 GB
 - Oboustranné dvouvrstvé: 17 GB
- Blu-ray (2006)
 - Jednostranné: 25 GB
 - Dvouvrstvé: 50 GB
 - Trojvrstvé: 100 GB
 - Čtyřvrstvé: 128 GB



Flash paměti

- USB Flash disk (2000)
 - Kapacity od 8 MB do 2 TB
 - Rychlosť čtení až 600 MB/s
 - Životnosť 10000+ prepisov
- Pamäťové karty
 - SD/SDHC/SDXC (až 2 TB)
 - microSD (stejné kapacity)
 - Využitie v mobilných zariadeniach
- Výhody
 - Malé rozmer
 - Mechanická odolnosť
 - Nízká spotreba energie

Vstupní zařízení

■ Klávesnice:

- Standardní zařízení pro zadávání textových informací.
- Rozdíly v typech klávesnic: mechanické vs. membránové.

■ Myš:

- Používá se pro navigaci v grafickém rozhraní.
- Optické, laserové a bezdrátové verze.

■ Standardy:

- **USB, Bluetooth, PS/2.**

Použité zdroje

Prezentace vychází z prezentací Ing. Ralbovského a jedná se o jejich spojení, úpravu a případné aktualizace dat.

- HORÁK, J. *Hardware učebnice pro pokročilé*. Brno: CPRESS, 2007, ISBN 978-80-251-1741-5.
- DEMBOWSKI, K. *Mistrovství v HARDWARU*. Brno: CPRESS, 2009, ISBN 978-80-251-2310-2.
- NEZNÁMÝ AUTOR. Rozhraní pevných disků [online]. [cit. 14.9.2013].
- NEZNÁMÝ AUTOR. Rozhraní IDE: Zapojení (Master, Slave, CS), Kabeláž, UATA100 [online]. [cit. 14.9.2013].
- WIKIPEDIA. SATA [online]. [cit. 9.9.2013].
- VÍTEK, J.; STRÁNSKÝ, P. Funkčnost, rozhraní a technologie pevných disků [online]. [cit. 9.9.2013].
- PŮHONY, J. Vyšla specifikace USB 3.0 [online]. [cit. 9.9.2013].
- REDAKCE HW SERVERU. USB - Universal Serial Bus - Popis rozhraní [online]. [cit. 9.9.2013].
- ŠEDIVÝ, J. Počítačová grafika, Grafické karty a monitory (pdf) [online]. [cit. 9.9.2013].