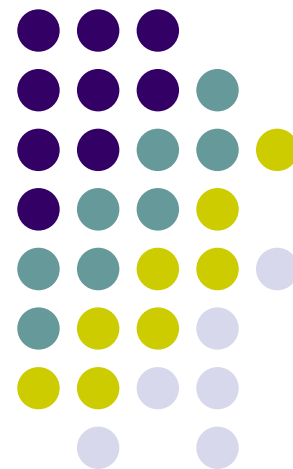
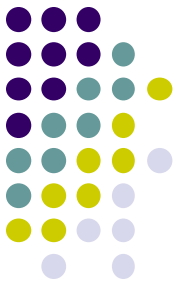


Připojování periferních zařízení

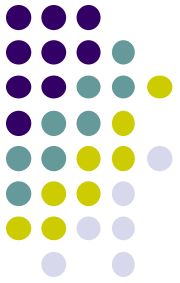


Sériový port

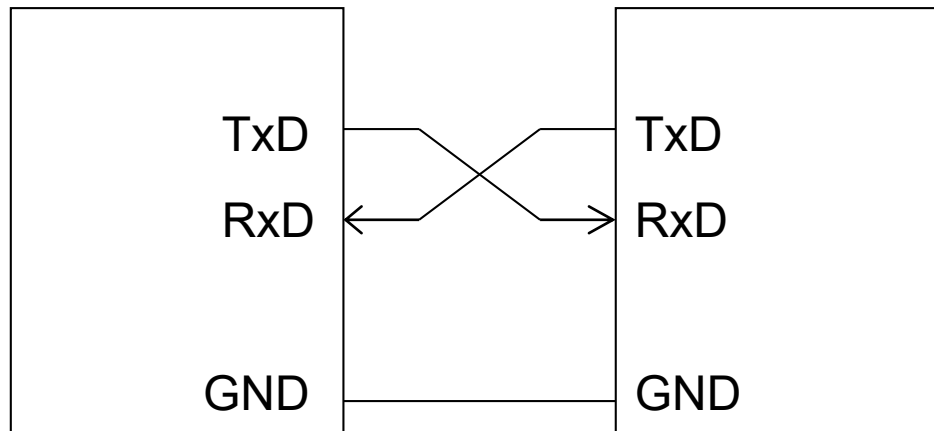


- Sériová linka je nejstarším a nejprimitivnějším způsobem propojení počítače PC a periferního zařízení
- Standard se nazývá RS-232C a pochází již z roku 1969
- Jednotlivé bity přenášených dat jsou vysílány postupně za sebou (v sérii) po jediném vodiči
- Sériový port sloužil obvykle k připojení myši, modemu, tiskárny
- Od používání sériového portu na osobních počítačích se již téměř úplně ustoupilo a to bylo nahrazeno výkonnějším USB
- setkáme se s ním v průmyslu (tiskárny etiket a čárových kódů, měřicí systémy, diagnostika) a u některých síťových zařízení, především z důvodu velmi snadné realizace a programování obvodu pro příjem nebo odesílání dat

Sériový port



- Pro obousměrný plně duplexní přenos dat stačí tři vodiče
- **TxD** - vodič pro přenos dat směrem ven – vysílání
- **RxD** – vodič pro přenos dat směrem ke mně – příjem
- **GND** – vodič pro propojení elektrické země obou komunikujících stanic (uzavření elektrického okruhu)



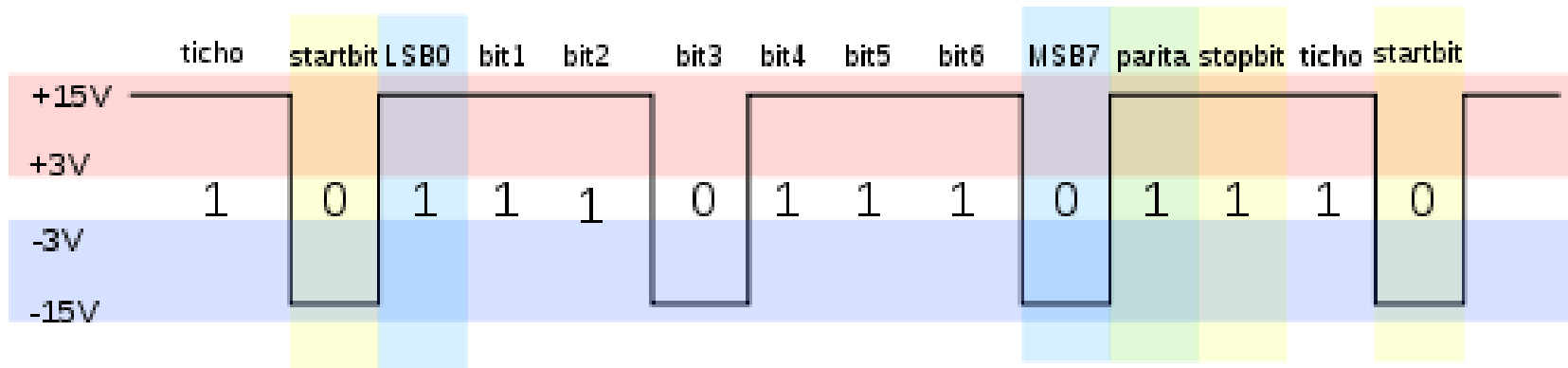
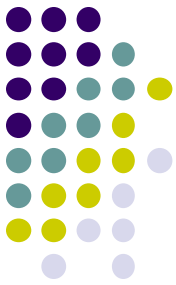
Plně duplexní komunikace dvou stanic

Sériový port

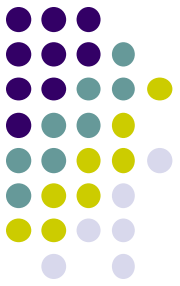


- Pořadí přenosu datových bitů je od nejméně významného bitu (LSB) po bit nejvýznamnější (MSB)
- Obě komunikující zařízení musí předem znát rychlost, jakou se data přenášejí
- Komunikace je asynchronní – nepřenáší se žádný hodinový signál, který by určoval okamžik platnosti jednotlivých vysílaných datových bitů
- Přijímač musí začít přijímat ve správný okamžik
- Neprobíhá-li žádná komunikace, je signál držen v klidové úrovni (log. 1)
- Přenos bajtu je zahájen startbitem (log. 0)
- Startbit má opačnou úroveň než je klidová a oznamuje „konec klidu“
- Přijímací stanice díky startbitu pozná začátek vysílání bajtu
- Přijímací stanice reaguje na sestupnou hranu signálu (1 → 0 startbit) spuštěním svých hodin
- Hodiny přijímací stanice běží tak, aby přijímač vzorkoval vysílaná data přesně uprostřed jednotlivých bitových intervalů
- Stopbit má stejnou logickou úroveň jako je úroveň klidová
- Stopbit je vlastně nutný okamžik klidu, po kterém může přijít další startbit

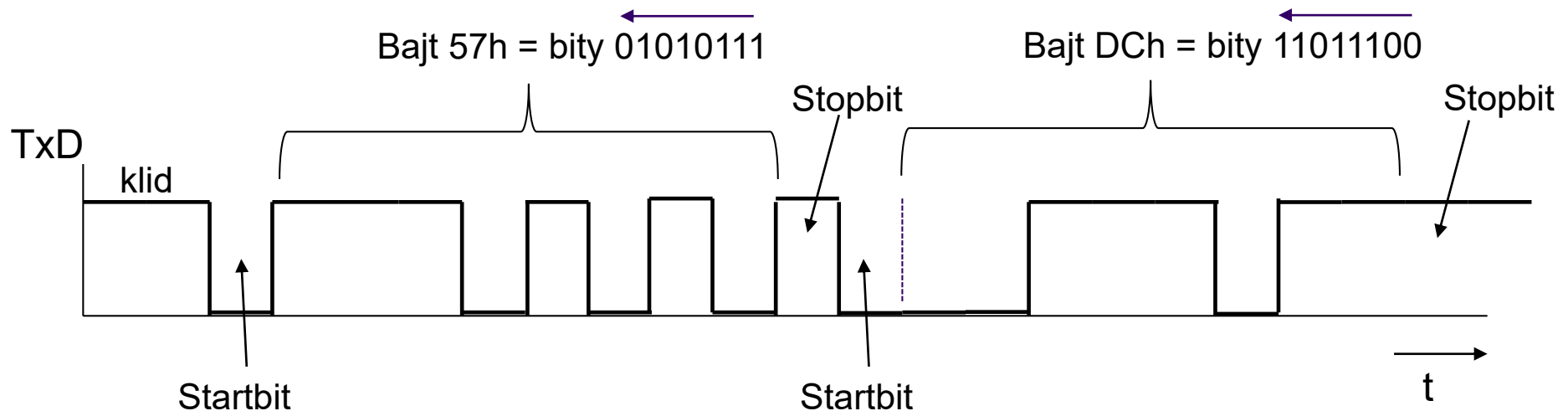
RS-232



Standardní sériová linka



Vysílání bajtů 57h a DCh těsně za sebou



Sériový port



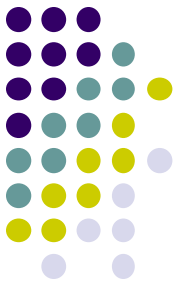
- Komunikace obvykle probíhá jednou z tzv. standardních přenosových rychlostí: 4800 b/s, 9600 b/s, 19200 b/s atd...
- Při použití přenosové rychlosti 9600 b/s lze za sekundu přenést maximálně 960 bajtů informace (nutno počítat i se startbity a stopbity)
- Někdy se také přenosová rychlost udává jako 9600 bd
- **bd = baud**
- V baudech se udává **symbolová rychlost** – jde o počet změn signálu za sekundu. Objem přenesené informace může být jiný (v tomto případě kvůli start- a stop- bitům)
- Základní tři vodiče rozhraní (příjem RxD, vysílání TxD a společná zem GND) jsou někdy doplněny ještě dalšími sloužícími k řízení přenosu (vstupy DCD, DSR, CTS, RI, výstupy DTR, RTS).
- Tyto signály mohou, ale nemusí být používány (zapojeny), nebo mohou být použity pro napájení elektronických obvodů v zařízení

Sériový port



- Sériový port se označuje zkratkou **COM**
- Obvykle byly přítomny dva konektory označené jako COM1 a COM2
- Sériový port je jediným konektorem, který má na straně počítače **kolíky** (všechny ostatní rozhraní mají konektor typu zásuvka)
- Původní varianta konektoru měla 25 pinů a byla nahrazena úspornější variantou s 9 piny



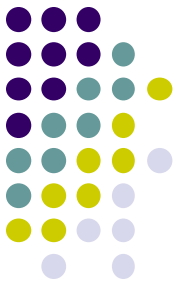


Paralelní port

- **LPT** – *Line Printer Terminal*
- Byl původně navržen pro komunikaci s tiskárnou
- Používal se také pro připojení scanneru, externí zvukové karty, hardwarových klíčů
- Dnes se již nepoužívá a drtivá většina tiskáren se připojuje přes USB
- Na rozdíl od sériového portu se zde posílá celý bajt naráz po osmi paralelních datových vodičích
- Centronics – komunikační standard PC-tiskárna

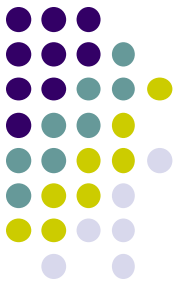


Paralelní port



- Standardní paralelní port používá konektor s dvaceti pěti piny uspořádanými do dvou řad (13+12), který je označován jako *DB25*
- 8 datových vodičů
- 4 řídicí vodiče, pomocí nichž může počítač řídit veškerou komunikaci se zařízením
- 5 stavových vodičů, kterými naopak zařízení (typicky tiskárna) posílá počítači zpět informaci o svém stavu, připravenost pro příjem dalšího bajtu (znaku)
- 8 x GND



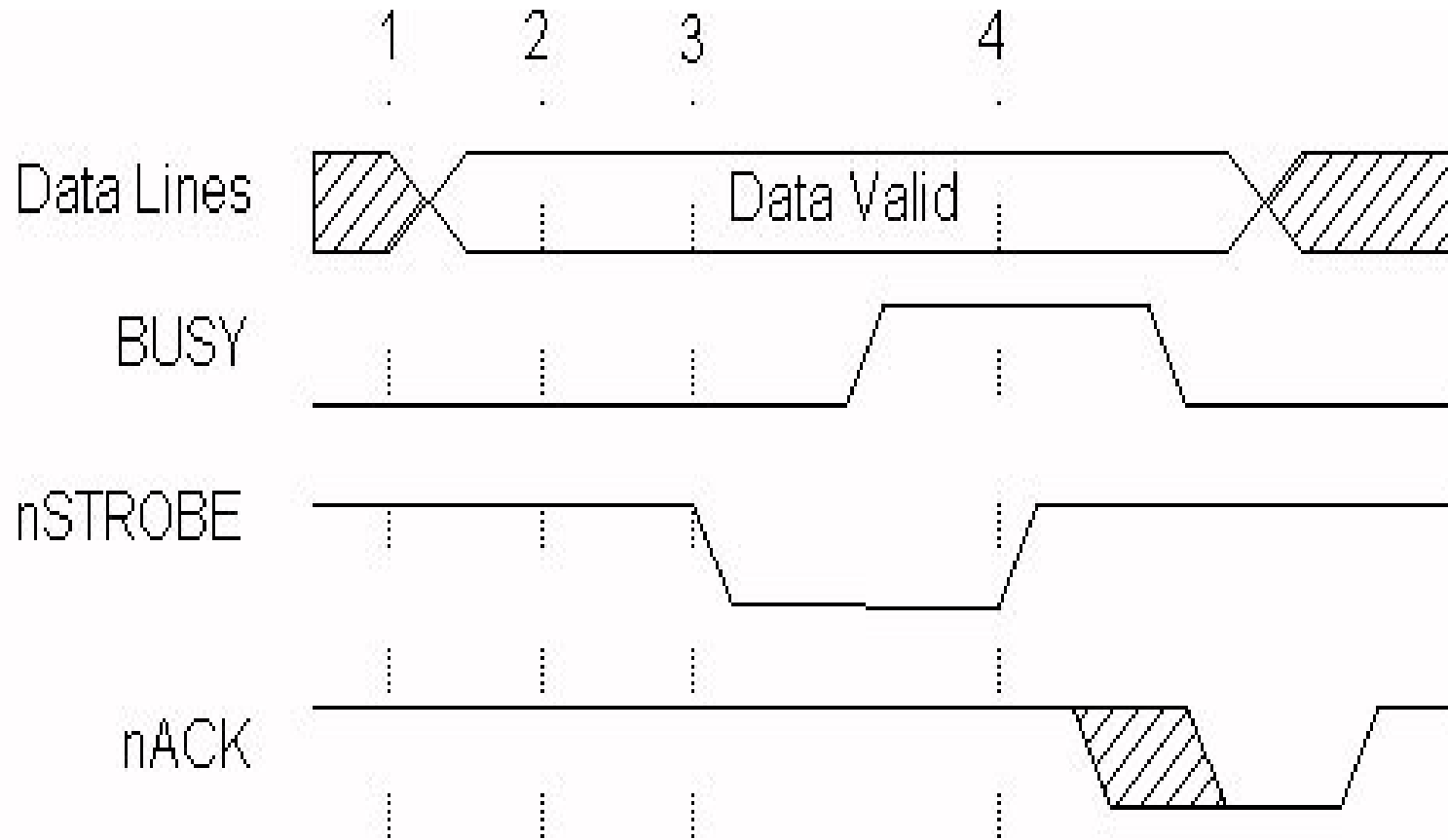


Paralelní komunikace

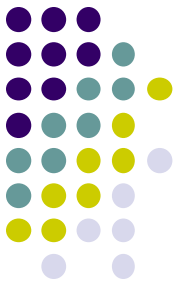
Příklad jednosměrné komunikace s tiskárnou:

- Počítač nejdříve na datové vodiče pošle všech osm bitů a chvíli počká na ustálení úrovní.
- Inverzním pulsem o délce cca 500ns na vodiči **Strobe** počítač tiskárně signalizuje, že data na datových vodičích jsou platná a tiskárna může zahájit jejich čtení.
- Tiskárna začne data načítat, což zpětně počítači signalizuje tak, že nastaví log.1 na vodiči **Busy**.
- Čas načítání dat může být poměrně dlouhý v závislosti na kapacitě bufferu tiskárny, rychlosti tisku apod.
- Přečtení bajtu oznámí tiskárna počítači vrácením signálu **Busy** zpět na log. 0
- Nakonec tiskárna vyšle na vodič **Ack** puls log.0 o délce cca 8ms – tím je přenos bajtu definitivně potvrzen a počítač může pokračovat ve vysílání dalšího bajtu.
- Obousměrná komunikace je pochopitelně složitější

Paralelní komunikace

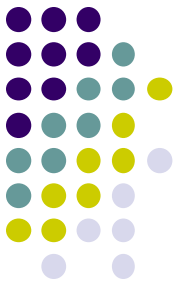


Paralelní port



- Paralelní port umožňuje pět od sebe navzájem odlišných režimů přenosu dat
- Režimy činnosti jsou popsány normou IEEE 1284
- Některé režimy umožňují přenos dat pouze jedním směrem (buď z počítače do připojeného zařízení či naopak)
- Další režimy již zavádějí poloduplexní režim přenosu, ve kterém se data přenáší střídavě mezi oběma zařízeními po osmi datových linkách.
- Nejjednodušší dva režimy zajišťují zpětnou kompatibilitu s původními paralelními porty vyráběnými firmou IBM a mnoha dalšími výrobci
- Složitější další tři režimy již nejsou zpětně kompatibilní a vyžadují hardwarově upravený paralelní port a právě díky těmto rozšířeným režimům lze k paralelnímu portu připojit například i pevné disky či ZIP mechaniky (dnes se již jedná o překonanou technologii).

Paralelní port

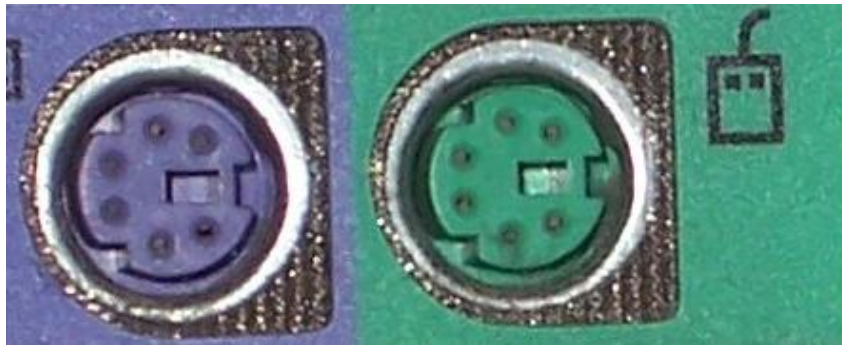


- Ještě dnes se můžeme v souvislosti s paralelním portem setkat se zkratkou EPP a ECP
- **Enhanced Parallel Port (EPP)** – obousměrný přenos dat v poloduplexním režimu (vysílací a přijímací strany se podle potřeb střídají, protože se musí dělit o stejné datové vodiče).
- Maximální dosažitelná přenosová rychlost dosahuje v tomto režimu hodnoty 2 MB/s.
- Tento režim je většinou nutné v případě potřeby povolit v BIOSu nebo pomocí ovladače paralelního portu.
- **Extended Capability Port (ECP)** – také obousměrný přenos dat v poloduplexním režimu, ovšem samotný protokol a význam řídicích signálů se od *EPP* odlišuje.
- Je umožněn přímý přístup do paměti (DMA) a maximální dosažitelná přenosová rychlost se zvýšila na hodnotu 2,5 MB/s
- V minulosti se jednalo o levnější variantu k externímu rozhraní *SCSI*.
- Také tento režim je nutné povolit v BIOSu či ovladačem paralelního portu.

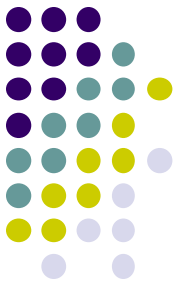
PS/2



- 6-pinový konektor, kterým se k počítači připojuje myš a klávesnice.
- Protože tyto konektory nejsou mechanicky kódovány (rozlišeny) a mohlo by dojít k záměně, rozlišují se barvami: zelený konektor a zástrčka slouží pro myš, modrofialová barva přísluší klávesnici



PS/2



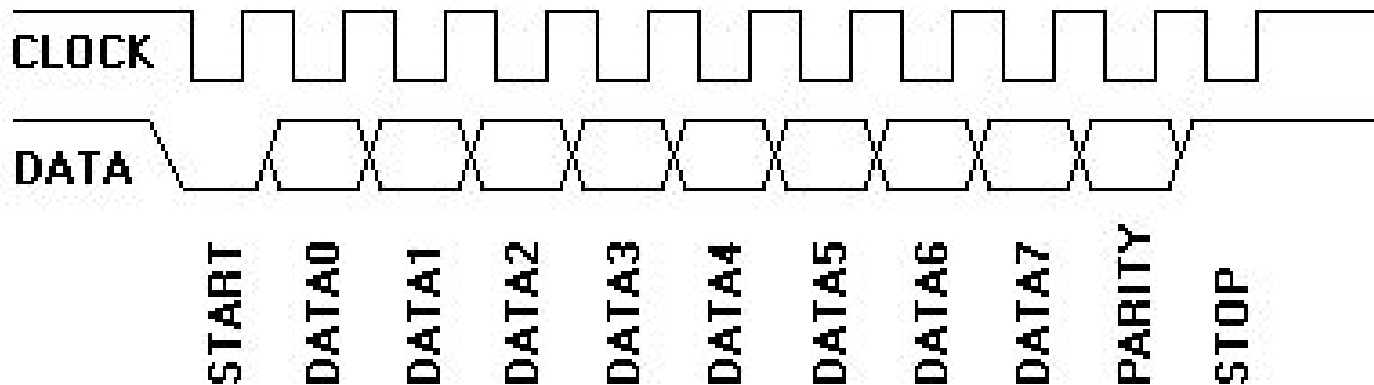
Využity jsou pouze 4 piny

- **+5V** – napájení připojeného zařízení (myši a klávesnice)
- **GND** – signálová zem
- **DATA** – sériový přenos dat
- **CLOCK** – hodinový signál

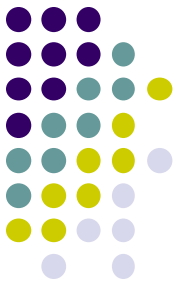
PS/2



- Komunikace přes PS/2 je obousměrná poloduplexní, sériová synchronní
- Hodinový signál CLOCK (sestupná hrana) určuje okamžik platnosti jednotlivých vysílaných datových bitů (a navíc se tu setkáme i se startbity a stopbity)
- Frekvence hodinového signálu je obvykle 10kHz (což umožňuje přenos cca 900 bajtů za sekundu)
- Frekvence hodinového signálu může být různá. Při stisku klávesy generuje hodinový signál klávesnice



PS/2



- Klávesnice při stisku klávesy posílá počítači tzv. **scancode**
- **Scancode** nemá nic společného s ASCII kódem znaku, který je klávese přiřazen
- Svůj vlastní scancode mají všechny klávesy (levý shift, pravý shift, levé ctrl, F1, ESC....)
- Klávesnice zasílá nejen kód klávesy, ale i kód události, která nastala (stisk, uvolnění...)
- Také počítač může posílat informace klávesnici (např. povely pro rozsvícení/zhasnutí indikačních LED diody NumLock, CapsLock atd.)
- <http://www.quadibloc.com/comp/scan.htm>

PS/2



- Komunikace s myší je založena na stejném principu jako komunikace s klávesnicí, ale posílá se jiný druh informací
- Myš zasílá informaci o souřadnicích a stisku/uvolnění tlačítek

USB



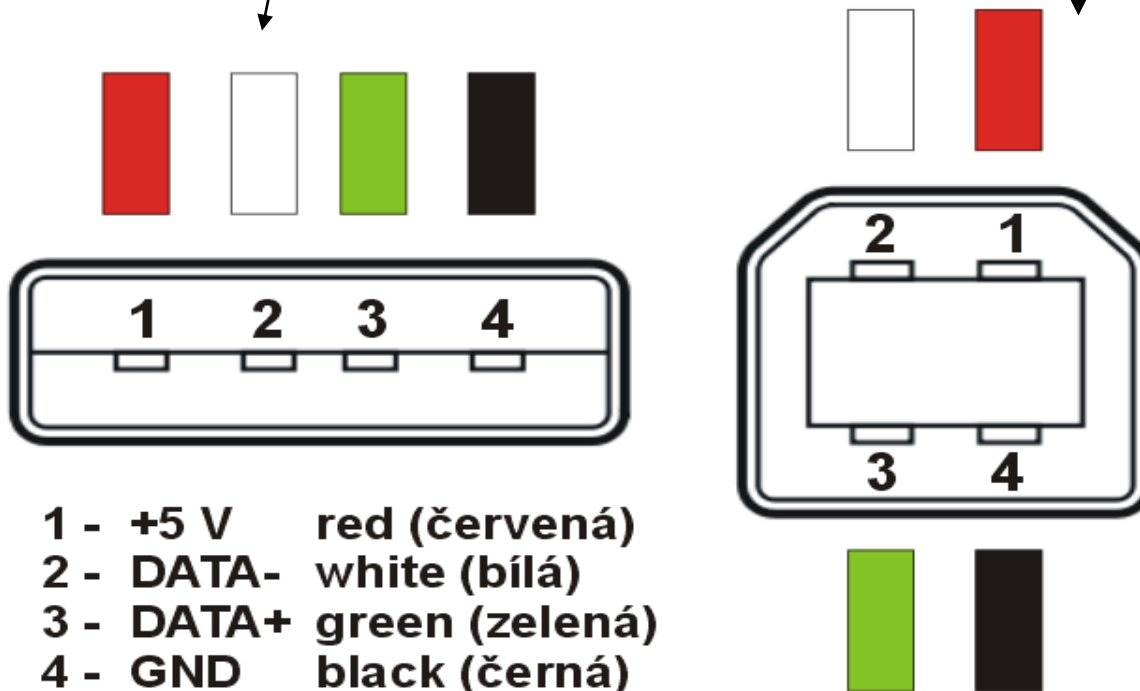
- **Universal Serial Bus**
- Sériová sběrnice pro univerzální použití
- Byla standardizována v roce 1995
- Zpočátku nabízela jen rychlost nižší než paralelní port (Low-speed 1,5 Mb/s, Full-speed 12 Mb/s) proto se prosazovala jen zvolna
- Komunikační protokol je velmi složitý (nesrovnatelné s předchozím paralelním portem nebo sériovou linkou) a zařízení připojovaná přes USB proto byla zprvu drahá
- Zdokonalená Revize 2.0 v roce 2000 přináší režim High-speed, (přenosová rychlost se zvýšila 40x na 480 Mb/s) a sběrnice se začíná rychle rozšiřovat
- V současné době se stále více prosazuje verze USB 3.0 a 3.1
- Postupně nahradila prakticky všechny dříve používaná rozhraní pro připojování zařízení k počítači
- Kabel obsahuje 4 vodiče
 - Dva jsou pro napájení (5 V a GND)
 - Druhý pár je kroucený a slouží pro přenos dat (Data+, Data-)

USB

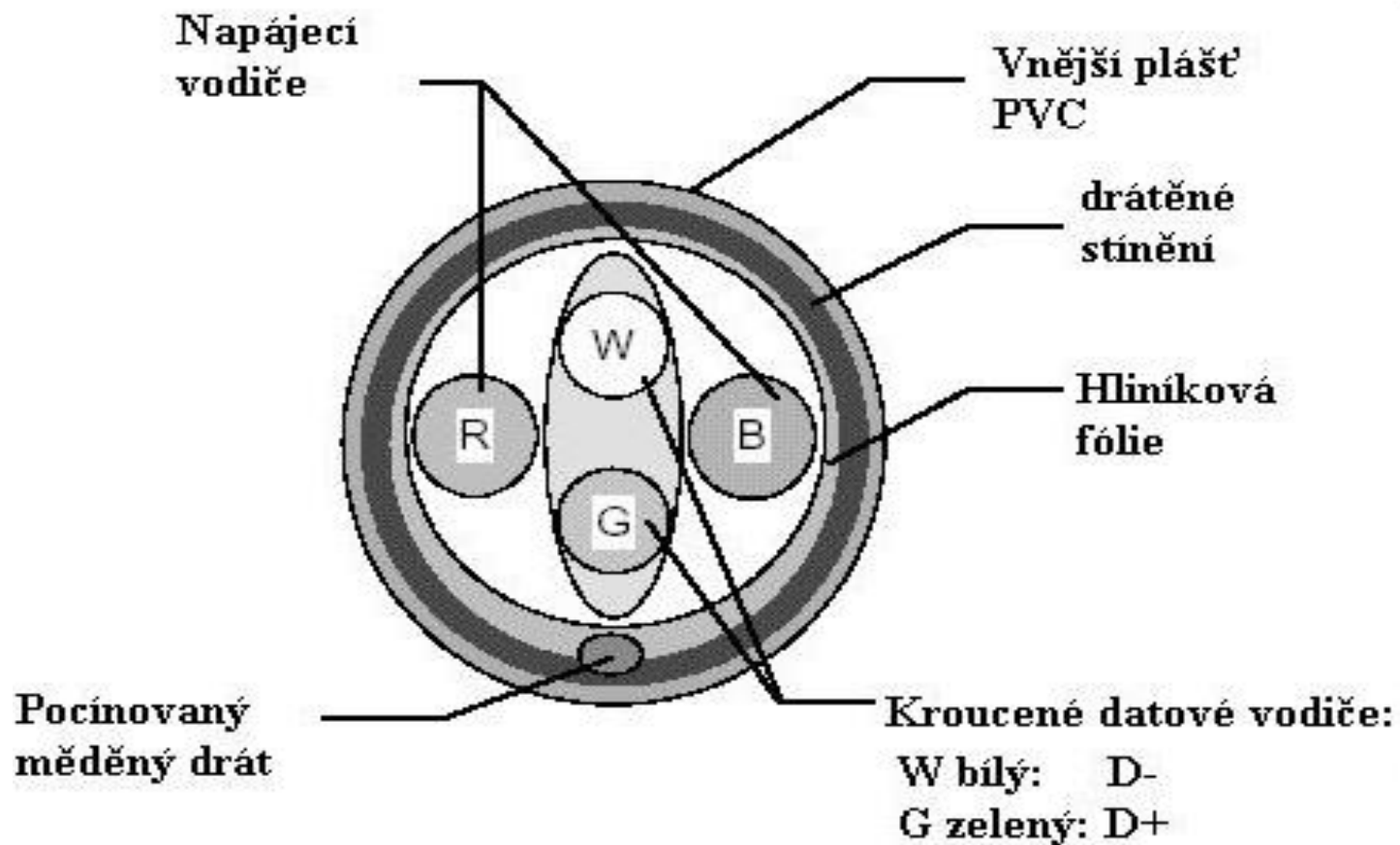
Zpočátku se používaly tyto dva konektory
TYP A

TYP B

Schéma zapojení konektorů USB (na panelu - ♀)

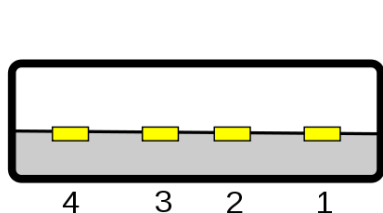


USB

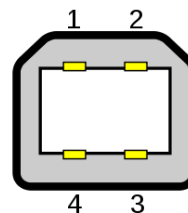




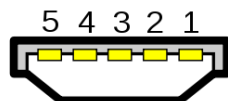
Později se objevují konektory typu MINI, které dnes se již zpravidla vůbec nepoužívají



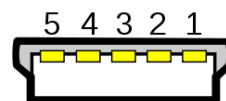
Type A



Type B

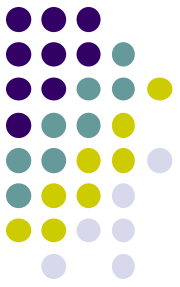


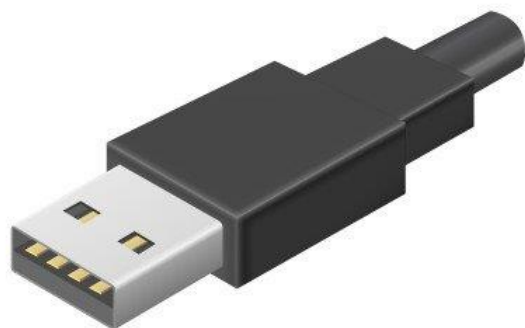
Mini-A



Mini-B

USB





Dále se začal používat konektor MICRO, který je dnes velmi rozšířený



USB TYPE A

USB TYPE B



USB MINI A

USB MINI B



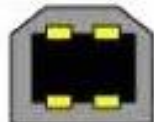
USB MICRO A

USB MICRO B

USB CONNECOTR TYPES



Type A



Type B



Type A Mini



Type B Mini



Type A Micro



Type B Mico



Type B Micro USB3



Type C

Další nové konektory pak přicházejí s třetí generací USB

USB

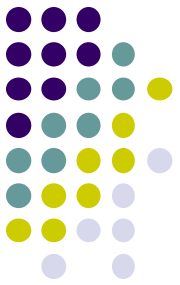


- Celkem je možno na USB připojit až 127 zařízení, která sdílejí přenosovou cestu
- USB hostitel (USB host station) může být na celé sběrnici pouze jeden.
- V počítači je realizován řadičem, na kterém je několik přípojných bodů
- Tento řadič je kombinací hardwaru (rozhraní mezi USB a sběrnici počítače), firmwaru (funkce řadiče) a softwaru (ovladač pro konkrétní operační systém)
- USB zařízení jsou dvojího typu.
 - Huby – rozbočovače, rozšiřují počet přípojných bodů
 - Koncová zařízení

USB

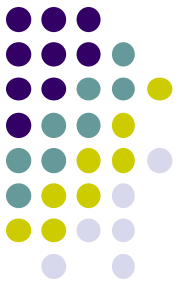


- Každé zařízení má přiděleno 7-bitovou adresu v rozsahu $\langle 1; 127 \rangle$
- Adresu 0 má nově připojené zařízení, než je mu přidělená jiná
- Svou adresu má i každý rozbočovač
- Pokud má koncové zařízení více funkcí, pro každou funkci potřebuje jednu adresu (například monitor s kamerou a reproduktory: rozbočovač + webkamera + reproduktory + grafika)
- Pokud má takové zařízení ještě USB konektory pro připojení externích zařízení, počet dál narůstá.



Rozpoznání zařízení

- USB umožňuje připojování a odpojování zařízení v libovolném okamžiku.
- Všechna USB zařízení jsou ke sběrnici zapojena přes porty rozbočovačů (hubů).
- V každém koncovém USB zařízení se nachází rezistor $1,5\text{ k}\Omega$, který propojuje napájecí vodič a vodič D+ nebo D-
- Připojení nového zařízení je hubem detekováno jako napěťový impuls. Podle toho, jestli se objeví na D+, půjde o zařízení FullSpeed nebo pouze LowSpeed v případě vývodu D-
- Pokud bychom připojili mezi kontakt 1 a 2 rezistor, objeví se hlášení o připojení nového USB zařízení
- Huby mají status bity, které sledují připojování a odpojování USB zařízení na jednotlivých portech.
- Hostitel si může z hubu tyto informace vyžádat.
- Pokud hostitel zjistí nově připojené zařízení, povolí dotyčný port a komunikuje s daným USB zařízením prostřednictvím „řídící roury“ (Default control pipe) na defaultní adrese.



Připojení nového zařízení

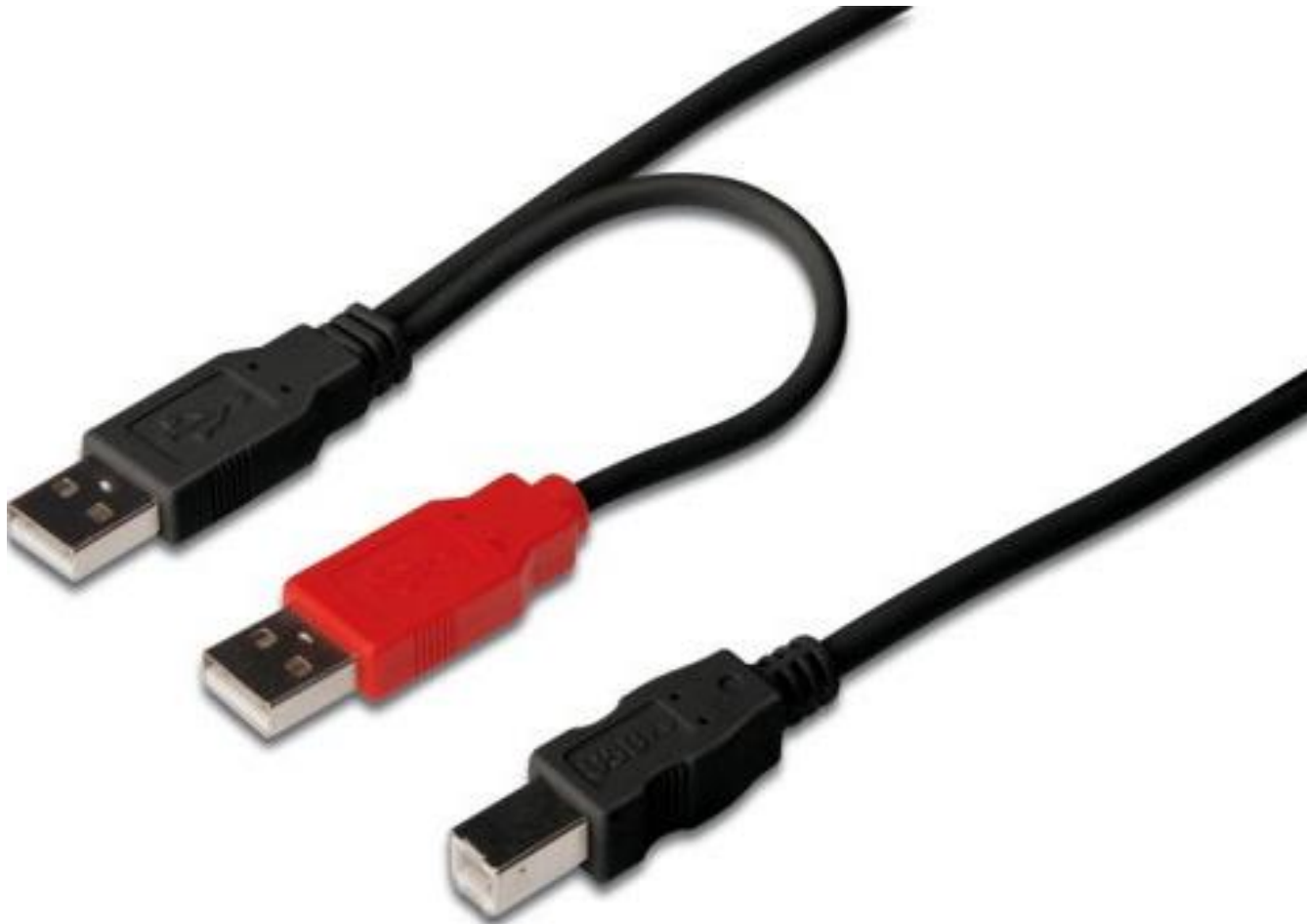
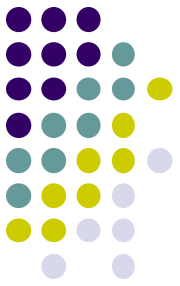
- Hub dá informaci hostiteli o tom, že bylo připojeno nové zařízení - hostitel si dotazem na hub zjistí, na kterém portu je zařízení připojeno - po zjištění portu dá hostitel pokyn k připojení portu a k resetování sběrnice
- hub provede reset o délce 10 ms a přidělí zařízení defaultní adresu, na kterou se bude hostitel prozatím dotazovat, uvolní se i proud 100mA pro zařízení - hostitel se nyní zařízení dotazuje přes end-point 0 na deskriptory zařízení (deskriptory obsahují základní informace o zařízení)
- Pro identifikaci zařízení slouží
 - 2 Bajty DeviceID – identifikátor zařízení
 - 2 Bajty Version – číslo verze zařízení
 - 3 Bajty VendorID – identifikace výrobce
- Poté je hostitelem přidělena zařízení adresa na sběrnici
- Z nově připojeného zařízení jsou přesně definovaným způsobem načteny údaje o jeho schopnostech a konfigurace – jde o tzv. proces enumerace (Enumeration)
- Podle načtených informací přiřadí hostitel zařízení velikost proudu (max. 500mA), zařízení je poté připraveno na použití

USB napájení



- Připojené zařízení je napájeno přímo z USB sběrnice napětím **+5 V**
- Odebírat lze standardně proud 100 mA
- V případě potřeby může zařízení požádat o větší proud až **500 mA** (tj. příkon až 2,5 W)
- Někde bývají napájecí vodiče sběrnice vyvedeny přímo ze zdroje počítače a USB zařízení připojené k počítači tak může odebírat i mnohem vyšší proud.
- Tohoto využijí některé externí USB pevné disky a vypalovačky jejichž odběr je vyšší než požadovaných 500 mA a které po připojení k jinému počítači nemusí fungovat
- Některá zařízení s vysokým odběrem používají tzv.Y-kabel, který se na straně počítače zasouvá do dvou USB konektorů a z obou odebírá el. energii, přičemž tak lze dosáhnout proudového odběru. Komunikace probíhá pouze přes jeden ze dvou využitých USB konektorů

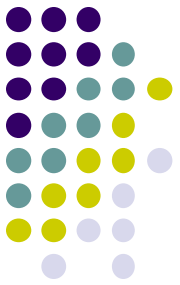
USB (Y-kabel)



USB

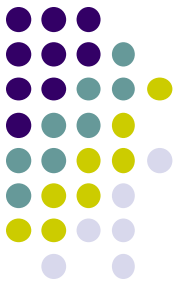


- USB podporuje čtyři typy přenosů
 - **Interrupt přenos**
Tyto přenosy jsou typické pro zařízení, které vyžaduje řízení pomocí přerušení. Například klávesnice generuje přerušení při každém stisku klávesy a to je následně zpracováno
 - **Bulk přenos**
Tento přenos se používá pro přenos velkých bloků dat. Například pro tiskárnu
 - **Isochronní přenos**
Používá se pro zařízení, které vyžaduje stálý přísun dat. Zde se nevyžaduje potvrzení došlých dat. Například mikrofon, reproduktory
 - **Řídící přenos**
Je používán pro konfiguraci USB zařízení. Každé USB zařízení má v sobě zabudován popis kterým sděluje hostitelskému systému jakým způsobem budou spolu komunikovat. Popis se načte právě při tomto řídicím přenosu.



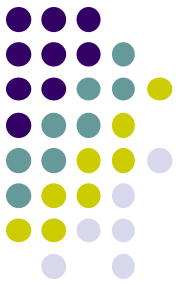
USB interrupt

- Zařízení jako např. **myš** nebo **klávesnice** používají přenosový režim **Interrupt**
- Tato zařízení však nevysílají **žádný přerušovací signál**, ale USB hostitel se jich pravidelně (asi 10ms interval – tedy každý desátý frame) ptá, jestli nemají nové události a data
- Těmito přenosy není USB téměř vůbec zatěžováno, protože množství dat produkovaných myší a klávesnicí je zanedbatelné
- Klávesnice tedy v okamžiku stisku klávesy nic nevysílá, ale čeká, dokud nepřijde dotaz, zda nenastala nová událost
- Zařízení, které požádá o komunikaci v režimu interrupt si vlastně vyžádá, aby bylo pravidelně v každém desátém rámci otestováno



Přenosový režim bulk

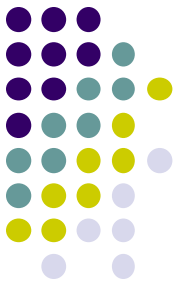
- Režim je určen pro přenos **velkého množství dat** – typicky při připojení tiskárny, digitálního fotoaparátu, flash disku
- Přenášená data nemusí být doručována **pravidelně** (na rozdíl např. od streamovaného zvuku nebo videa) a rychlost přenosu smí **kolísat**
- Šířka pásma, využitá hromadným přenosem, může být různá a záleží na ostatním provozu na sběrnici.
- Objem dat může být ohromný a s tím stoupá pravděpodobnost chyby při přenosu
- Tento přenosový režim proto podporuje **detekci chyb** pomocí kontrolních součtů
- Je třeba zajistit, aby se sběrnice **nezahltila** daty, která příjemce nestíhat zpracovat (např. externí disk nestíhá zapisovat přijímaná data), to je vyřešeno pomocí paketu PING
 - Zasílaná data jsou rozdělena do paketů
 - Před vyslání dalšího paketu dat je cílové zařízení otestováno paketem **PING**, zda je připraveno přijmout nová data
 - Nepřipravené zařízení pošle odpověď NACK (negativní acknowledge), připravené zařízení odpoví zprávou ACK



Isochronní přenosový režim

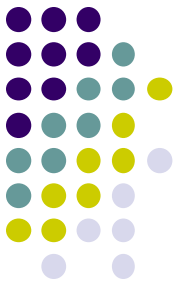
- Isochronní = trvalé přenosy, u nichž probíhá vytváření, přenos a zpracování dat v reálném čase
- Tento druh přenosů je také nazýván proudový přenos v reálném čase (streaming real-time transfer).
- Používá se pro doručování dat, jejichž přenosová rychlost nesmí kolísat a záleží na pravidelnosti přenosu
- To je typické pro přenos streamovaného zvuku a videa
- Typický příklad izochronních dat je digitálně zpracovaný hlas. Pokud není zajištěn stejnoměrný tok dat, objeví se ve výsledném zvuku výpadky
- Neprovádí se žádná kontrola chyb doručených dat, protože opakované zasílání opravených dat by v proudu zvuku a videa neměla smysl (ztracená dat nelze zopakovat – například webkamera již ztracený snímek nevidí a znovu tedy neodvysílá)
- Je tedy zaručeno plynulé doručování dat, ale je třeba počítat se ztrátami
- Isochronní přenos má přednost před vším ostatním
- Aby isochronní přenos nezablokoval celou přenosovou kapacitu je vždy 20% rámce rezervováno pro ostatní typy přenosů

USB

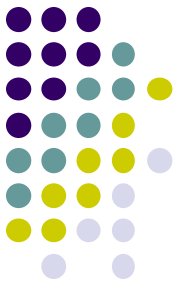


- Ke každému USB zařízení je přístupováno pomocí USB adresy, která je zařízení přiřazena poté, co je zařízení připojeno a očíslováno (enumerated) během inventarizace sběrnice (bus enumeration).
- Každé USB zařízení dále poskytuje jednu či více komunikačních rour (pipe), přes které komunikuje hostitelský systém se zařízením.
- Každé zařízení musí poskytovat speciální komunikační rouru ke koncovému bodu 0 (endpoint zero), která je použita pro řízení USB zařízení.
- Endpoint je něco jako porty na transportní vrstvě modelu TCP/IP
- Pipe = „potrubí“ nebo „roura“
- Pro simulaci souběžného přenosu mezi několika zařízeními se používají **logické kanály** zvané pipe
- Každá pipe zabírá část celkové dostupné přenosové kapacity
- Každá pipe končí v tzv. Endpointu
- Každé zařízení může otevřít několik Endpointů a tedy i několik pipe
- Každý Endpoint má svůj EndpointDescriptor, ve kterém je nakonfigurován směr přenosu (IN, OUT) a typ přenosu (Control, Bulk, Isochronní, Interrupt)

USB



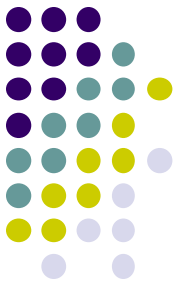
- USB je **centrálně řízená sběrnice**, kde veškeré datové přenosy inicializuje host controller - USB je sběrnice jen s jedním zařízením typu Master, tj. všechny aktivity vycházejí z PC
- Vždy spolu komunikuje připojené zařízení a USB host controller
- Dvě připojená zařízení mezi sebou navzájem komunikovat nemohou
- Data se vysílají
 - v krátkých paketech o 8 bajtech
 - delších paketech o délce až 256 bajtů.
- a přijímají
 - PC může požadovat data od zařízení.
 - Naopak žádné zařízení nemůže vysílat data samo od sebe.



USB transakce

- Většina sběrniceových transakcí (přenosů dat) sestává z vyslání až tří paketů.
- Každá transakce začíná tím, že USB Host Controller vyšle USB paket popisující typ a směr přenosu, adresu zařízení a číslo koncového bodu (endpoint) v zařízení
- Tento paket je označen jako **token paket**.
- USB zařízení, které rozpozná svou adresu, se připraví k přenosu.
- Směr přenosu, tedy zda jde o přenos dat ze zařízení do hostitelského systému nebo z hostitelského systému do zařízení, je určen token paketem.
- Poté zdroj dat (zařízení nebo systém) vyšle datový paket nebo oznámí, že nemá žádná data k vyslání.
- Transakce bývá ukončena tím, že příjemce (cíl dat) vyšle **handshake paket**, kterým potvrdí úspěšnost přenosu.

USB



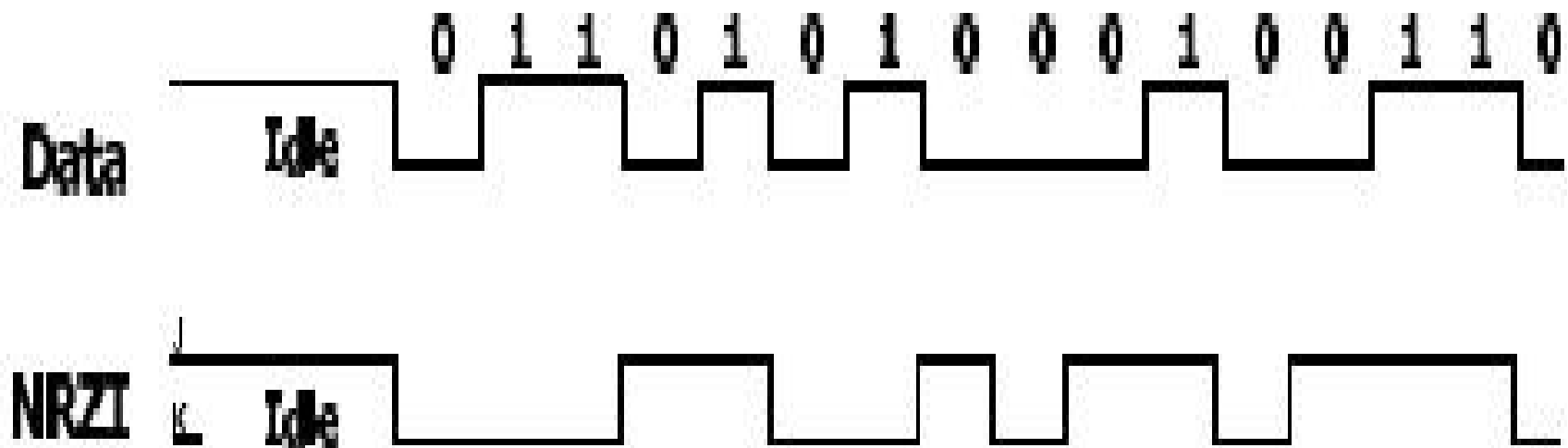
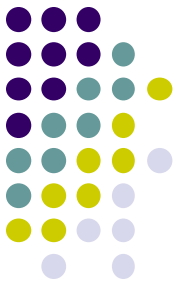
- Veškerý přenos dat se uskutečňuje v tzv. rámcích (frame), které trvají přesně 1 milisekundu v režimu low/full speed
- V režimu high speed se používá microframe (mikrorámec), který trvá 125 mikrosekund
- Izochronní a interrupt endpointy přistupují ke sběrnici pravidelně každých N (mikro)rámců
- Uvnitř jednoho rámce mohou být postupně přenášeny pakety pro několik zařízení a přitom se mohou spolu vyskytovat pomalé (low-speed) i rychlé (full-speed) pakety

USB



- Hodinový signál se nevysílá, přenos je zakódován pomocí NRZI
- NRZI - Nuly v datech vedou ke změně úrovně, jedničky nechávají úroveň signálu beze změny.
- Obsahuje-li původní datový tok šest po sobě jdoucích jedniček, přidá vysílač automaticky jednu nulu, aby se tím vynutila změna úrovně signálu. Příjímač tuto nulu z datového toku opět odstraní.
- Každý datový paket má za účelem synchronizace speciální zaváděcí bajt 00000001b
- Příjímač v důsledku kódování NRZI vidí několik střídajících se bitových stavů (nula je kódována jako reverzace), na které se může zasynchronizovat
- Díky této sekvenci také přijímač pozná, jakou rychlostí bude paket odvílán

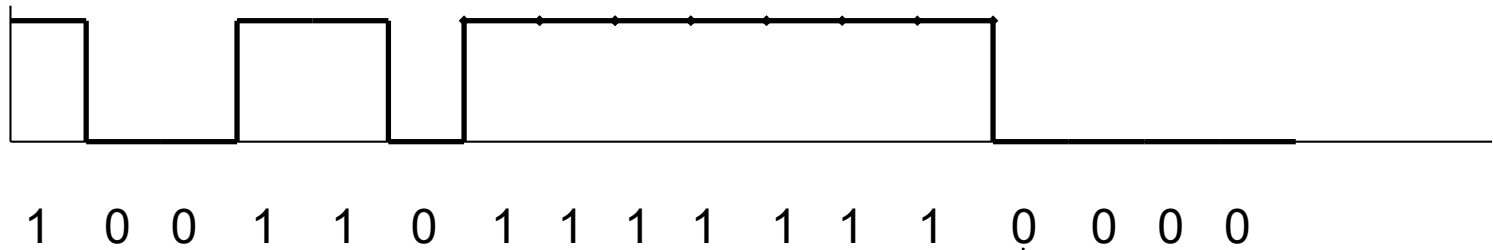
USB



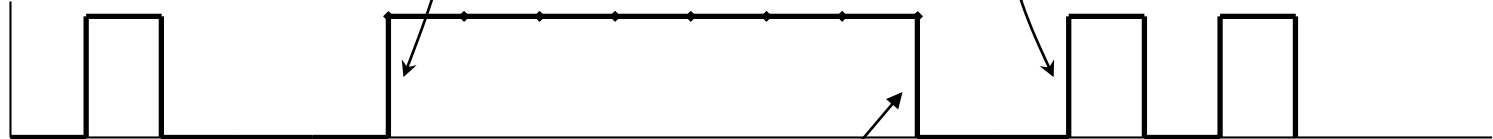
USB kódování



Data



NRZI



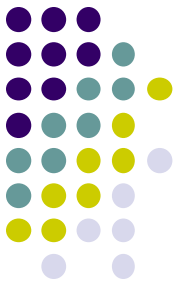
Přidaná hrana

USB pakety



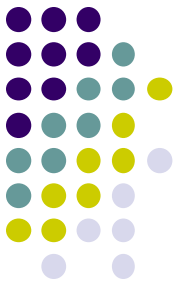
- Každý datový paket má na začátku zaváděcí bajt (00000001b) kvůli synchronizaci. Příjímač tak vidí, díky kódování NRZI, několik střídajících se stavů, na které se může zasynchronizovat
- Posílaná data se vysílají a přijímají v paketech, přičemž má každý paket svou hlavičku (Packet ID - PID).
- Hlavička rozlišuje o jaký paket se jedná a může to být jeden ze čtyř typů
- Druhy PID v USB 2.0
 - **Token:** IN, OUT, SOF, SETUP
 - **Data:** DATA0, DATA1, DATA2, MDATA
 - **Handshake:** ACK, NAK, STALL, NYET
 - **Special:** PRE, ERR, SPLIT, PING

USB pakety

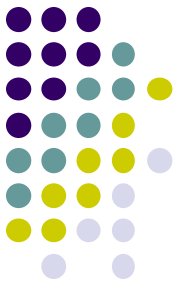


- Každá transakce začíná tím, že USB Host Controller vyšle **Token** paket
- IN je přenos dat do PC, OUT je přenos dat z počítače. SOF (Start of Frame) je počátek rámce a SETUP se používá pro kontrolní přenosy
- **Datové pakety** mají zhruba stejný význam, posílají se postupně za sebou, což značí jejich číslo (DATA0, DATA1, DATA2)
- Pakety typu **Handshake** se užívají pro kontrolu přenosu. Např. ACK znamená potvrzení bezchybného přijetí paketu, NYET má ekvivalentní význam, dále ale doplňuje, že koncový bod nemůže zrovna přijmout další paket. NACK vypovídá o špatně přijatých datech a STALL sděluje jinou chybu v komunikaci (například zařízení nepodporuje funkci, kterou po něm žádáme)
- Ve skupině paketů typu **Special** jsou PID, která slouží ke zkoušení trasy, její rychlosti apod (je zde také paket PING pro test schopnosti přijmout data při bulk přenosu)

USB



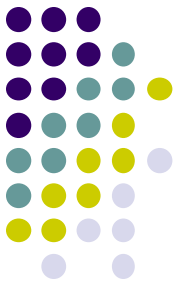
- Popis navázání USB komunikace je extrémně složitý, celý protokol je popsán na stovkách stránek dokumentace a není možné si ho zde ve zkratce popsat
- Amatér téměř nemá šanci vyrobit vlastní zařízení, které by se připojovalo k USB
- Je nutné použít předpřipravený hardware a softwarové knihovny
- Každé zařízení musí mít své ID a ID výrobce – to je pro amatérského konstruktéra docela problém



USB 2.0

- Připojená zařízení mohou komunikovat třemi různými rychlostmi
- **Low speed** - 1.5Mb/s (klávesnice, myši, herní zařízení)
- **Full speed** - 12Mb/s (zvuková zařízení, komprimované video, senzory)
- **High speed** - 480Mb/s (disky, flash paměti, video zařízení, Wifi moduly)

USB 3.0

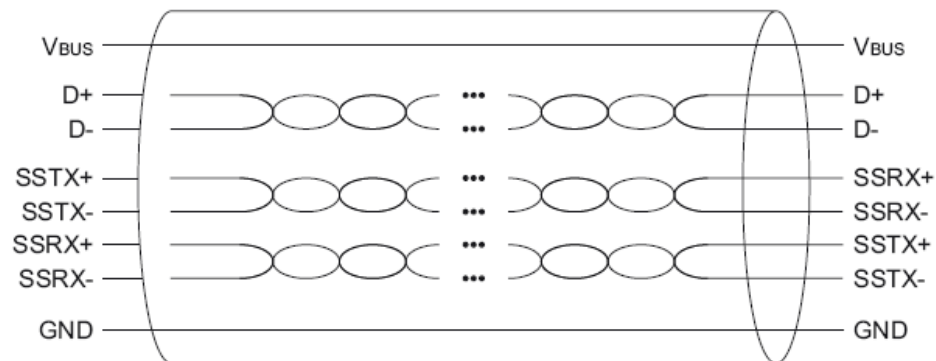


- Vodiče

- Nová verze sběrnice má **8 vodičů**.
- Oproti USB 2.0 přibýly dva diferenciální páry
 - **SSTX** (+/-) - kroucený pár pro Super Speed ve směru vysílání
 - **SSRX** (+/-) kroucený pár pro Super Speed ve směru příjmu.
- Dva vodiče Data(+/-) slouží pro zpětnou kompatibilitu s USB 2.0 a jsou obousměrné
- Zbylé dva vodiče jsou napájecí.

- Zásadní rozdíl

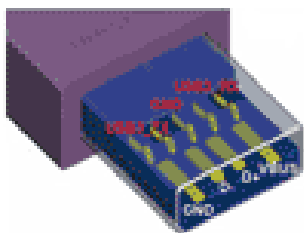
- USB 1.1 a 2.0 je **poloduplexní** a používá jeden pár datových vodičů (Data+ a Data-). Maximální rychlost **480 Mb/s** (High Speed)
- Používalo se NRZI kódování
- USB 3.0 je **plně duplexní** a používá **další nové dva páry datových vodičů** (SSTX+, SSTX-, SSRX+, SSRX-).
- Na těchto nových vodičích se používá kódování 8b10b v novém režimu **SuperSpeed**
- Nový režim **SuperSpeed** - Maximální rychlost teoretická **5 Gb/s**, reálná 3,2 Gb/s (400 MB/s)



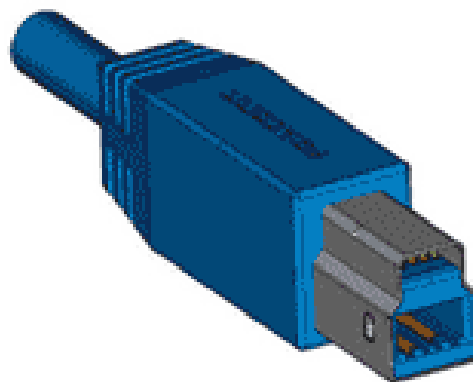
Konektory USB 3.0



- konektory pro USB 3.0 **nejsou zpětně kompatibilní** s konektory USB 1.1 a 2.0, s výjimkou konektoru USB 3.0 typ A
- Po zavedení USB 3.0 došlo k barevnému odlišení u A konektorů – plastový „jazyček“ uvnitř konektoru se dělá z jasně modrého materiálu, zatímco u USB 2.0 je černý



Typ A

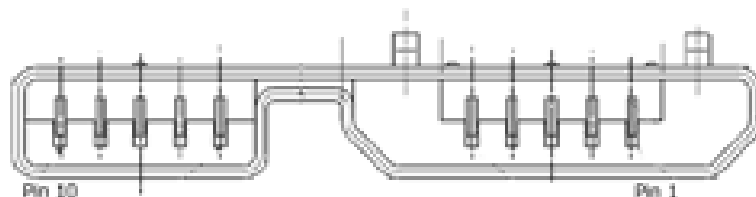
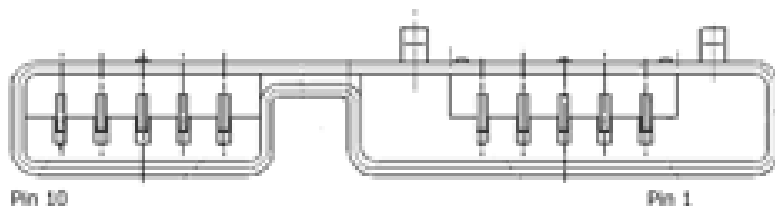
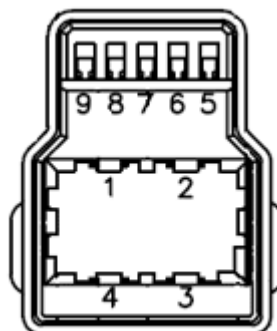


Typ B

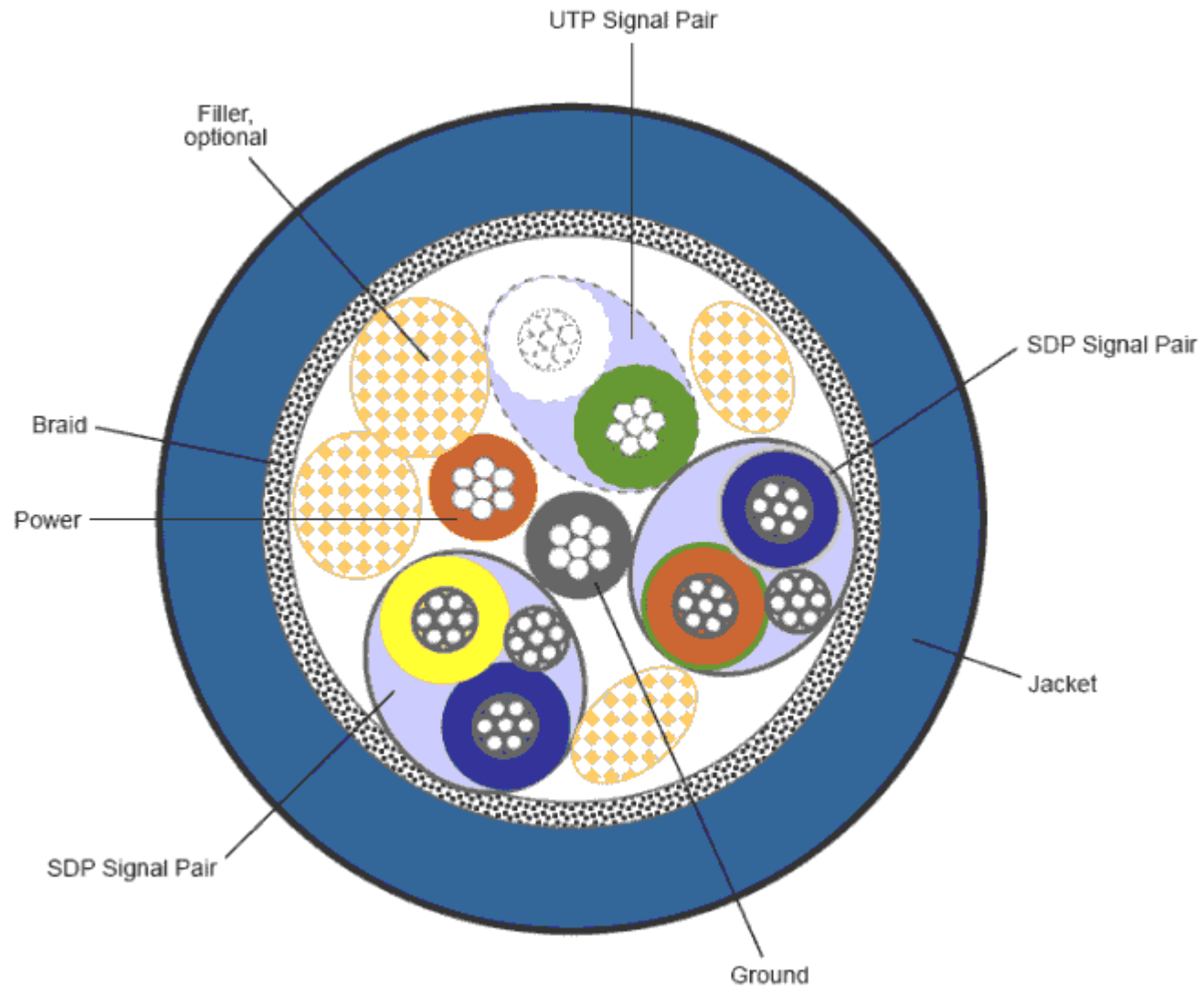
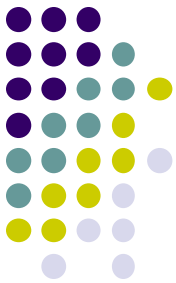


Typ micro B

Konektory a vodiče



1	VBUS	Napájení
2	D-	Data - (USB 2.0)
3	D+	Data + (USB 2.0)
4	GND	Zem pro napájení
5	StdB_SSTX-	SuperSpeed data vysílání -
6	StdB_SSTX+	SuperSpeed data vysílání +
7	GND_DRAIN	Zem pro data
8	StdB_SSRX-	SuperSpeed data příjem -
9	StdB_SSRX+	SuperSpeed data příjem +
10	DPWR	Napájení ze zařízení
11	DGND	Zem od DPWR
Obal	Stínění	Stínění

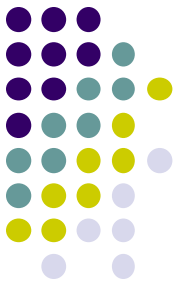


USB 3.0 - vlastnosti

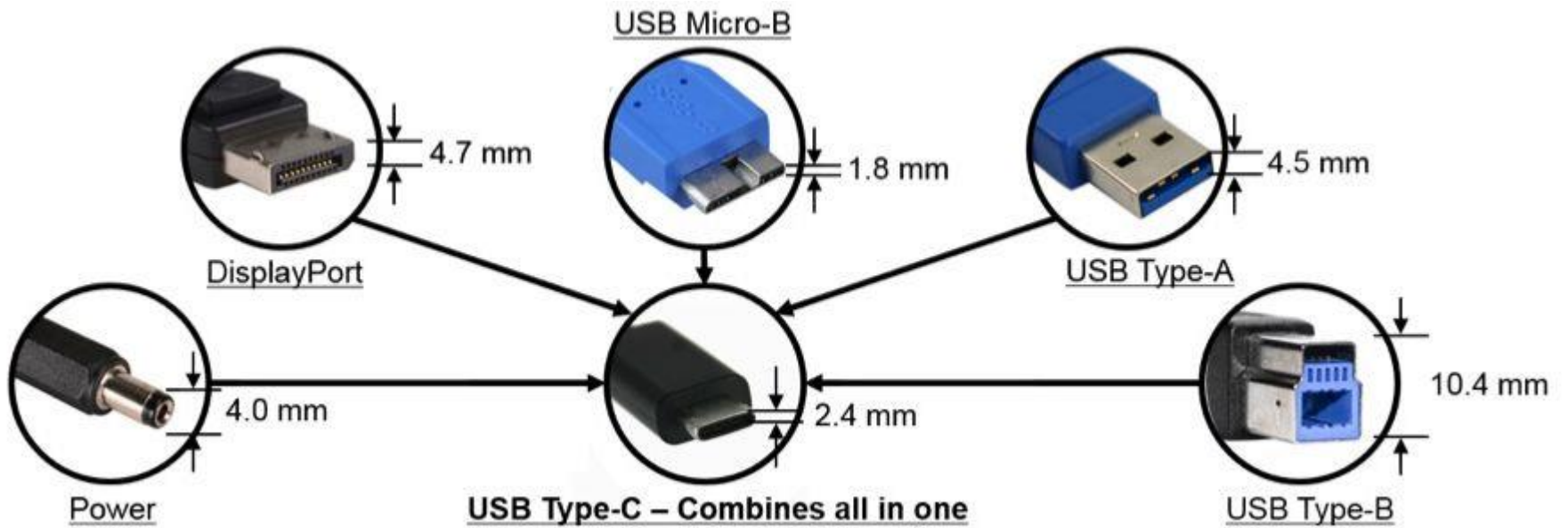
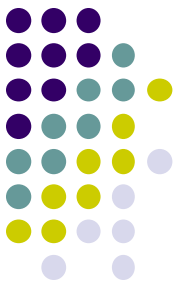


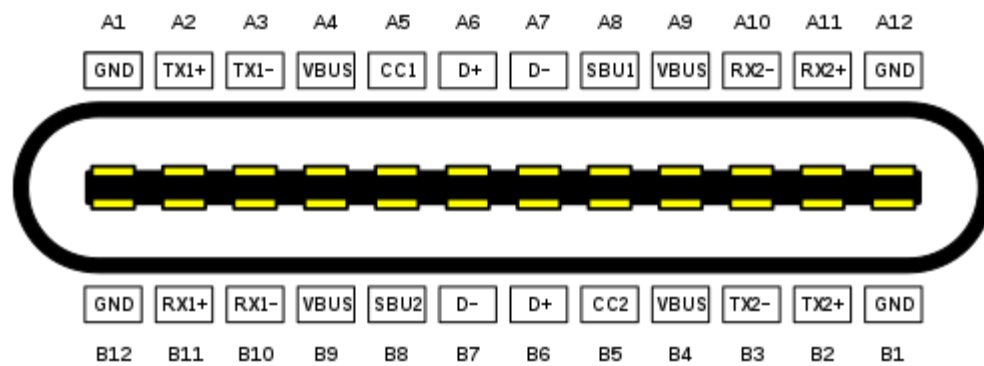
- **Maximální délka** kabelu USB 3.0 mezi zařízeními jsou **3m**.
- Celkem lze k jednomu řadiči připojit **až 127 USB zařízení**.
- **Standardní proud** z USB 3.0 portu je **150 mA** a port si může požádat o zvýšení na maximálních **900mA**
- Minimální napájecí napětí na zařízení se snižuje z 4,4V na 4V
- Kdo to využije ?
- USB 3.0 je velmi vhodné pro připojování externích pevných disků.
- Dosahuje prakticky stejné možné přenosové rychlosti jako eSATA (až 300 MB/s)
- přitom je možné disk z USB napájet a připojovat za běhu počítače
- eSATA nepodporuje funkci Plug-n-Play, takže po připojení disku musíte počítač restartovat
- eSATA kabely jsou obvykle kratší

USB 3.1

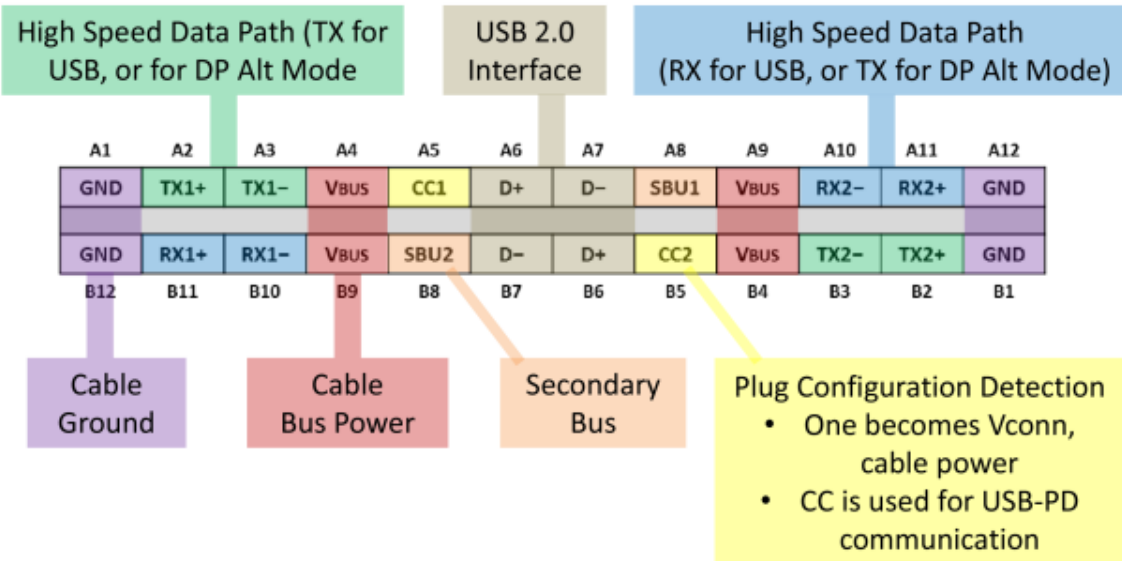
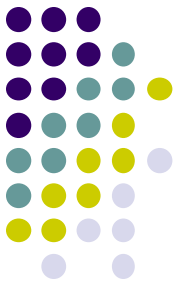


- Nový standard z roku 2013
- Oproti USB 3.0 se přenosová rychlost zvýšila na dvojnásobek – tedy **10 Gb/s**
- Nový režim se nazývá **SuperSpeed+**
- Starší původní USB3.0 dnes můžeme také najít pod označením **USB 3.1 Gen1**
- Nové USB 3.1 s rychlostí 10 Gb/s pak můžeme jednoznačněji identifikovat jako **USB 3.1. Gen2**
- Zaveden nový konektor **USB-C**, který lze využít i k napájení připojeného zařízení s příkonem až několika desítek Wattů (maximum je 5 A při napětí 20 V – to je 100 W)
- Nový konektor má **2 x 12** – celkem 24 vývodů
- 12 vývodů v horní řadě a stejných dvanáct vývodů v opačném pořadí ve spodní řadě – to umožňuje zasunout konektor oběma směry (funguje i vzhůru nohama) a rychlejší připojení (i ve tmě ho připojíte napoprvé)
- Nový konektor má univerzální využití – napájení zařízení, připojení k počítačové síti, datový kabel, přenos obrazu...





USB 3.1 – USB-C



17

VESA Confidential

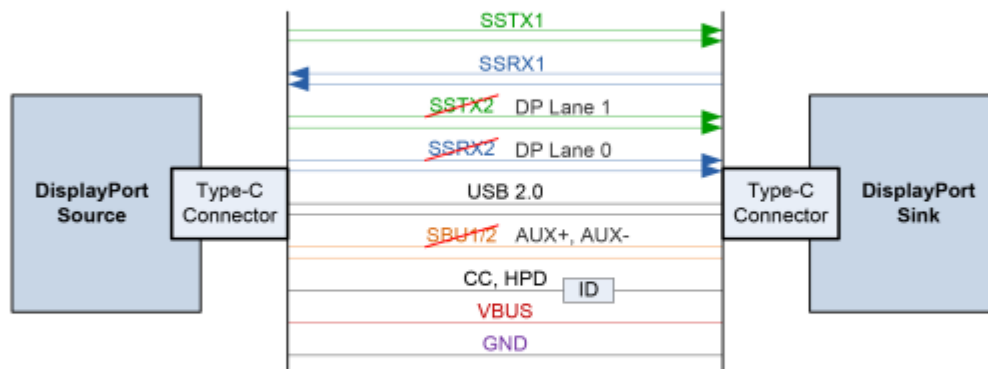


USB 3.1 – USB-C

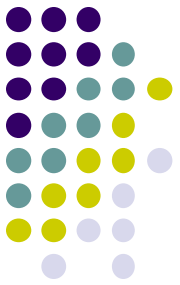


DisplayPort and USB 3.1 over a Type-C to Type-C Full Feature Passive Cable

Configuration for Docking Stations



- DisplayPort uses two high speed lanes
 - For DP 1.2a (HBR2), this provides support for 2560x1600 or 2 each 1080p displays
 - For DP 1.3 (HBR3), this will provide support of 4K UHD (3840 x 2160)
- Two high speed lanes used for USB 3.1
- USB 2.0 and USB Power Delivery always available



USB 2.0
480 Mb/s



USB 3.1
5 Gb/s



USB 3.1
10 Gb/s



DisplayPort
5 (or) 10 Gb/s



PD Enabled



PD Enabled



PD Enabled



PD Enabled



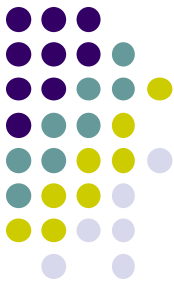
Pokud je na ikoně pouze logo USB, pak konektor podporuje jen pomalejší USB 2.0. Vyšší verzi poznáte podle toho, že je u loga zkratka SS (SuperSpeed).

Pokud je u SS také číslo 10, jedná se o verzi 3.1, pokud ne, je to verze 3.0.

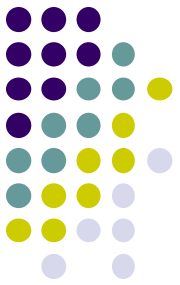
Písmeno D (DisplayPort) za plugem navíc znamená, že je podporováno i signální rozhraní pro přenos obrazového signálu

Ikony u spodní řady konektorů znamenají vylepšenou podporu napájení (až 100 W)

Rozhraní



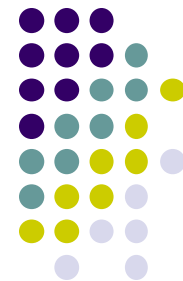
- **Hardwarové rozhraní** – určuje, jak vypadá konektor a kabel
- **Protokol** - signální rozhraní – určuje, jak konkrétně se vodiče na komunikační cestě používají, například co se kterým vodičem přenáší, jak je reprezentovaná logická 0 a logická 1, atd.
- Hardwarové a signální rozhraní jsou dvě různé věci a mohou být různě kombinovány. Například pro totéž signální rozhraní USB 3.0 existuje několik různě vypadajících druhů konektorů (tedy hardwarových rozhraní) – typ A, typ B, mini-USB, micro-USB.
- A naopak v konektoru USB typ C může být zavedeno signální rozhraní USB verze 3.1 (což většina uživatelů automaticky očekává), ale může to být i starší verze 3.0 nebo 2.0.



Hot-plug - dají se připojovat zařízení za chodu (tj. není nutné připojovat před zapnutím počítače). USB je rozhraní typu hot-plug.

Plug-and-play - podporuje zjednodušenou softwarovou instalaci zařízení, tj. při prvním připojení zařízení není nutné složitě konfigurovat hardwarové propojky, nastavovat přerušení, komunikační adresy apod.

USB – teoretická propustnost a reálně dosažitelná rychlost

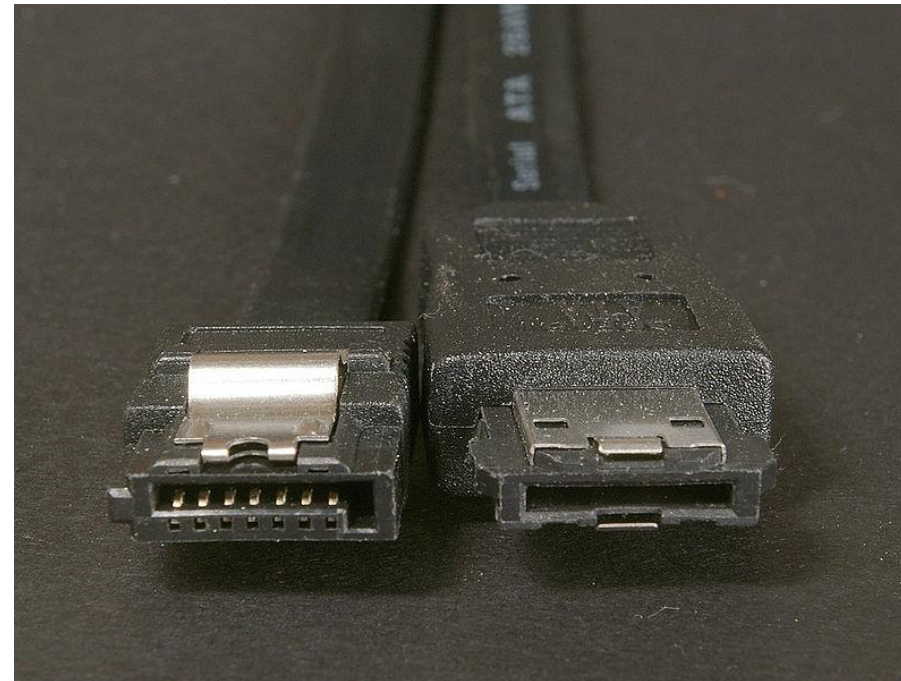


Ozn.	Verze 1.1		Verze 2.0		Verze 3.0		Verze 3.1	
	propustnost	rychlost	propustnost	rychlost	propustnost	rychlost	propustnost	rychlost
Low Speed	1.5 Mbit/s (0.2 MB/s)	0.18 MB/s	1.5 Mbit/s (0.2 MB/s)	0.18 MB/s				
Full Speed	12 Mbit/s (1.5 MB/s)	1.1 MB/s	12 Mbit/s (1.5 MB/s)	1.1 MB/s				
High Speed			480 Mbit/s (60 MB/s)	30 MB/s				
Super Speed					4.8 Gbit/s (600 MB/s)	300 MB/s		
Super Speed+							10 Gbit/s (1200 MB/s)	800 MB/s

eSATA



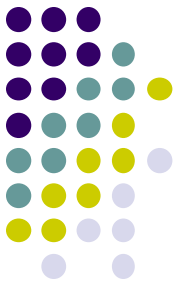
- **Externí SATA** (zavedeno v roce 2008)
- Určeno pro připojování externích pevných disků
- Robustnější konektory – předpokládá se častější připojování a odpojování zařízení než u klasické interní SATA
- **maximální délka kabelu je 2 metry**
- V éře USB 2.0 nabízelo výrazně vyšší propustnost. Disk mohl komunikovat stejnou rychlostí, jako by šlo o interní disk.
- V současné době postrádá smysl (máme USB 3.1)
- Rychlost 3 Gb/s (= **300 MB/s** kvůli kódování 8b10b)
- eSATAp je eSATA s integrovaným **napájením**
- **p** = power +5V a +12V (pouze u desktopů)
- Dnes již praktický žádný externí pevný disk toto rozhraní nemá, ale jako externí lze přes eSATA vlastně připojit k počítači jakýkoliv interní disk



eSATAp



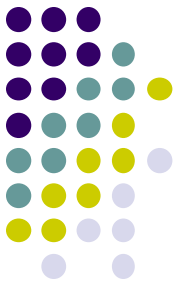
eSATA



SATA
Type A

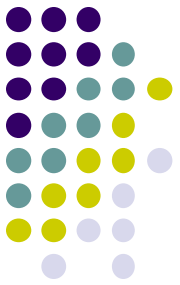
eSATA





FireWire – IEEE1394

- Vysokorychlostní rozhraní určené pro připojování externích disků, digitálních videokamer, zálohovacích zařízení...
- **IEEE 1394** je standard z roku 1987, který vyvinula firma **Apple**
- **FireWire** je jedno z pojmenování standardu **IEEE1394**
- Firma Sony na svých zařízeních označuje tuto sběrnici jako **i.Link**
- Podporuje **hotplug** a **plug-and-play**
- Různé přenosové rychlosti
 - podle specifikace S400 dosahuje propustnosti **400 Mb/s**
 - specifikace S800 až **800 Mb/s** (IEEE 1394b)
 - specifikace S3200 propustnosti **3200 Mb/s**
- Původně kabel o délce až 4,5 metru, nová norma připouští až 100 metrů
- Používá se efektivnější protokol než na USB, poměr mezi teoretickou propustností a reálnou rychlostí je lepší



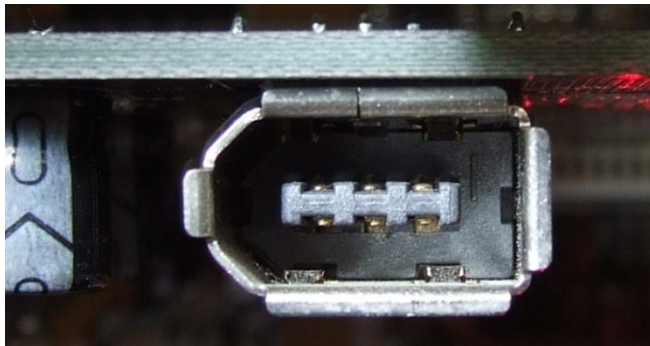
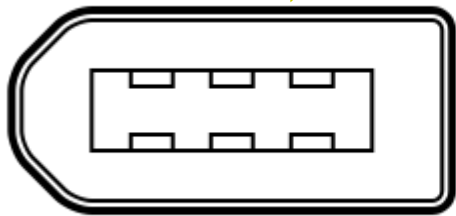
FireWire – IEEE1394

- V době uvedení rozhraní FireWire bylo k dispozici pouze USB 1.1, které mělo nízkou propustnost (12 Mbit/s) a nebylo proto vhodné k připojení periférií s vysokým datovým tokem (externí disky, vypalovačky, scannery, fotoaparáty), ale pouze k připojení myši, klávesnic, tiskáren
- Dokud nevzniklo USB 2.0 byl FireWire jediným rozhraním umožňujícím přenos videa z digitální videokamery v reálném čase (jak jsou data čtena z pásky)
- Naprostá většina dnešních moderních FullHD videokamer dnes od FireWire ustupuje a přešla na USB
- FireWire v praxi dosahuje vyššího trvalého, nepřerušovaného datového toku oproti USB 2.0
- Realizace zařízení s FireWire rozhraním je dražší, proto se nerozšířilo tak jako USB

FireWire



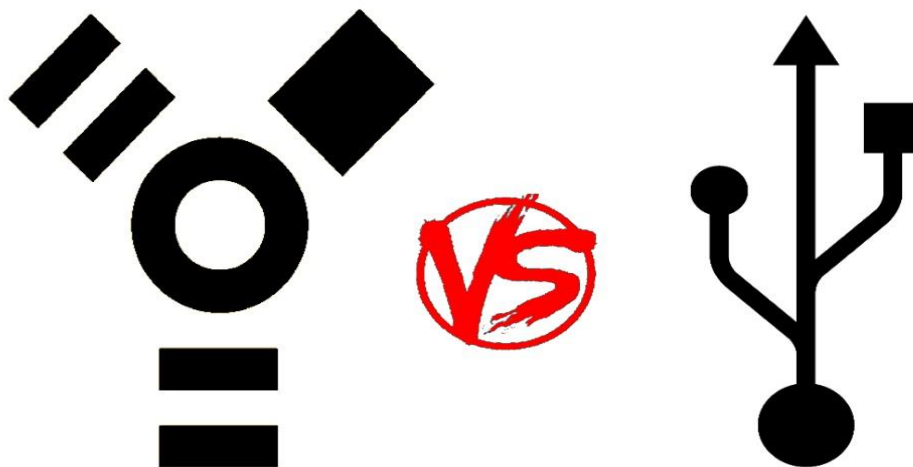
- Komunikace je **sériová poloduplexní (starý FW-400) nebo plně duplexní (novější FW-800)**
- Pro plně duplexní přenos se používají dva páry vodičů (TPA+, TPA-) a (TPB+, TPB-)
- Připojené zařízení může být přes FireWire **napájeno** napětím 8 – 40 Voltů a proudem až 1,5 A. To vyžaduje rozšířený **6-pinový konektor**
- Zjednodušený konektor má pouze **4 piny** (1394a)
- Podobně jako u USB se nově připojené zařízení identifikuje a je automaticky rozpoznáno
- Pro rozhraní FireWire instalují Windows automaticky síťovou podporu a lze tak propojit počítače do sítě s přenosovou rychlostí 400 Mb/s



Firewire



- Zlatá éra Firewire byla v dobách prvních digitálních videokamer a karet pro střih digitálního videa (většina digitální videotechniky se používala pro přenos dat Firewire)
- S příchodem USB 3.0 a 3.1 začalo používání rozhraní Firewire ve výpočetní technice upadat
- Ve srovnání s USB vychází reálná rychlost FireWire novějších verzí někde mezi USB 2.0 a 3.0

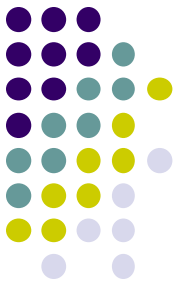


VGA port



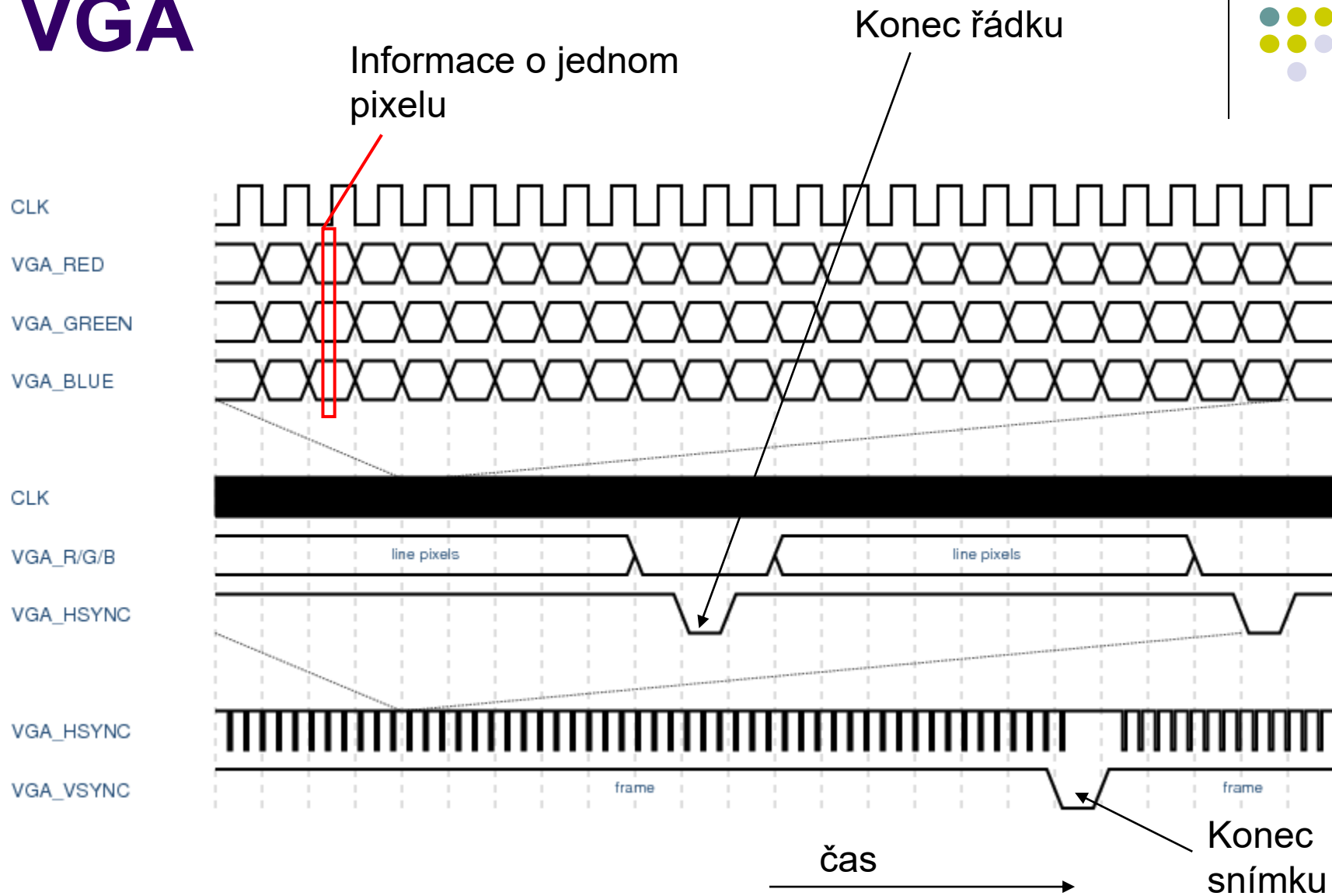
- Rozhraní pro připojení displeje pro **analogový** signál
- Používá se od roku 1987 dosud, ačkoliv jeho použití v současnosti je proti zdravému rozumu
- Dnes vhodné pouze pro připojení **CRT monitoru**
- Konektor bývá označován také jako **D-SUB**

VGA port

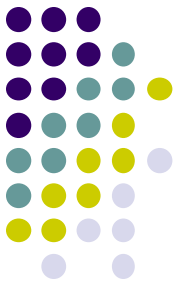


- Přenáší se současně po třech linkách (paralelní rozhraní) informace o jasu červené, modré a zelené barevné složky pixelu.
- Zvuk spolu s obrazem nelze přenést
- Přenášená hodnota není zakódována digitálně pomocí bitů, ale je úměrná velikosti napětí na lince
- Šum a rušení přenosu ovlivňuje kvalitu obrazu
- Komunikace je **synchronní** a **jednosměrná**
- Aby bylo možné jednoznačně určit pozici právě zobrazovaných dat, je zapotřebí kromě informace o tří barevných složkách pixelu i informace o pozici
- Pozice pixelu se dá určit pomocí tří typů **synchronizačních pulzů**
- **Jeden hodinový signál tiká při přenosu každého pixelu**
- **Druhý hodinový signál „tiká“ na konci přenosu každého řádku**
- **Třetí hodinový signál „tiká“ na konci přenosu každého snímku**
- Způsob zobrazování, tj. rozlišení a obnovovací frekvence, jsou připojenou periferií automaticky detekovány podle těchto tří synchronizačních pulzů

VGA



VGA



- Hodinový signál CLK oznamuje platnost každého pixelu
 - Po odvysílání každého řádku tikne synchronizační signál HSYNC
 - Vysílání dat se na chvíli zastaví, aby byl na CRT monitorech dán časový prostor pro návrat vykreslovacího paprsku zpět nalevo (řádek se vykresluje zleva doprava)
 - Po odvysílání každého snímku tikne synchronizační signál VSYNC
 - Opět je ponechán čas pro návrat paprsku zpět do horního levého rohu obrazovky
-
- Příklad:
 - Jakou frekvenci budou mít signály CLK, HSYNC a VSYNC při přenosu obrazového signálu s rozlišením 1920x1080 pixelů a snímkovou frekvencí 60 Hz?
 - VSYNC – 60 Hz (60 snímků za sekundu)
 - HSYNC - 64800 Hz (60 x 1080 řádků za sekundu)
 - CLK – 124,416 MHz (60 x 1080 x 1920 pixelů za sekundu)

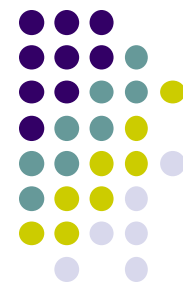
DVI



- Rozhraní pro přenos **digitálního obrazového signálu**
- Barva pixelu je **číselně zakódována a přenesena jako bity**
- **Šum a rušení při přenosu nemá vliv na kvalitu obrazu**
- Prakticky všechny moderní displeje pracují digitálně – jas jednotlivých pixelů zpracovávají jako číslo
- Pro připojení těchto zařízení by bylo nevhodné používat stará analogová rozhraní, kde se obraz, který je v počítači v digitální podobě, převede na analogový signál a poté v displeji by se musel opět digitalizovat – docházelo by ke ztrátě kvality
- Přenést lze obraz až do rozlišení 2048x1536 bodů
- Standardní DVI konektor (DVI-D) má 24 pinů (8 pinů ve 3 řadách)
- Modifikovaný konektor (DVI-A) má další 4 piny navíc a umožňuje i přenos analogové signálu pro stará zařízení (např. CRT připojené k moderní grafické kartě)



DVI



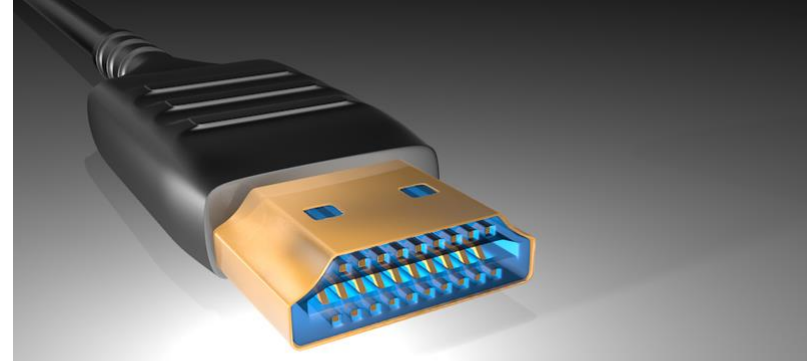
- Informace o jednom pixelu je přenášena pomocí 3 linek (6 vodičů) – každý pár vodičů pro přenos informace o jedné z barev **R G B**
- Signál je přenášen diferenciálně po dvou datových vodičích (data+ a data-) a příjemce od sebe tyto dva signály odečte (čímž se zdvojnásobí úroveň užitečného signálu a vykompenzuje šum)
- Současně se po každé ze tří linek posílá informace o jedné z barev aktuálního pixelu. Paralelně se tedy odesílají tři čísla po třech různých linkách, přičemž vysílání čísla (hodnota jasu dané barvy) je sériové
- Signál je kódován metodou **TMDs** (Transition-minimized differential signaling)
- Jde o pokročilou metodu dvoustupňového kódování 8b10b
- Z 1024 možných 10 bitových kombinací se používá 460 pro zakódování 256 možných 8-bitových hodnot.
- Některé 8-bitové kombinace lze zakódovat dvojím možným 10-bitovým způsobem a vybere se dle kontextu ten, který je vhodnější vzhledem k minimalizaci počtu změn signálu (záleží tedy i na předchozím a následujícím bajtu)
- 4 desetibitové kombinace jsou rezervované jako synchronizační (vysílají se např. jako označení konce řádku, konce snímku apod.)
- Zbýlých 560 10-bitových kombinací je zakázáno
- Dále jsou v rozhraní signály pro přenos synchronizace a identifikaci displeje
- Zvuk přes DVI není přenášen

DVI



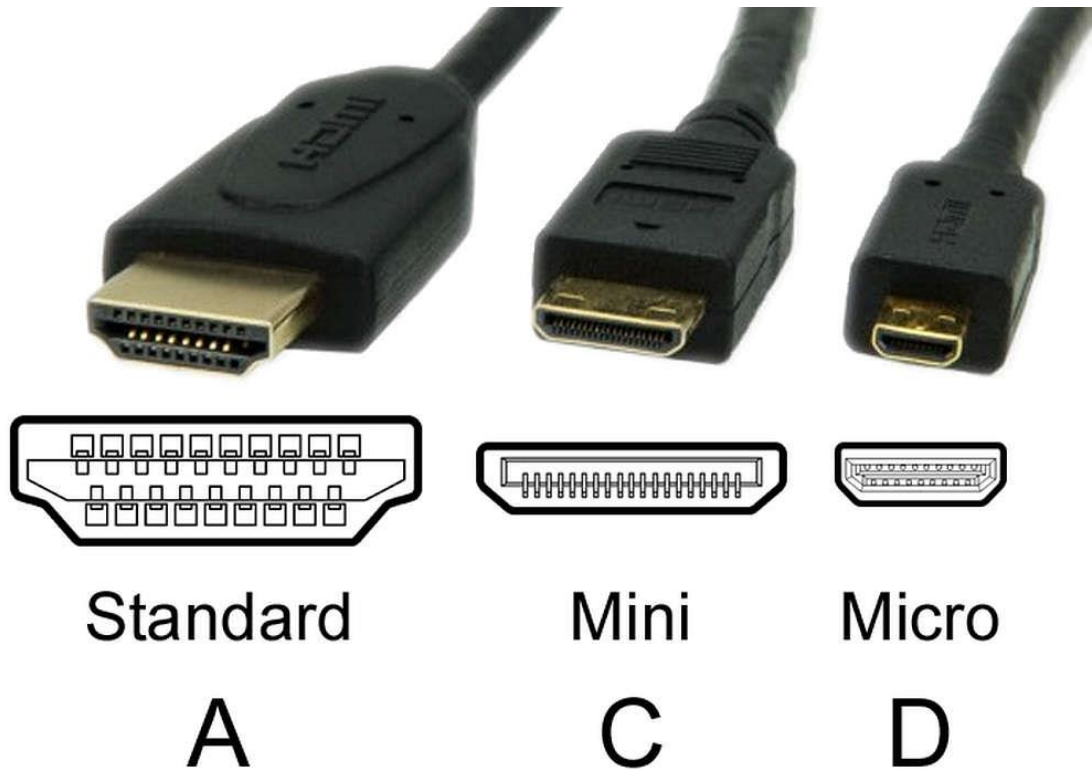
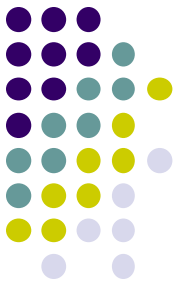
- Nejvyšší rozlišení pro jednu linku (R G B data v 6 vodičích – 3 páry) při 60 Hz (běžná obnovovací frekvence LCD) je 2,75 megapixelů
- Maximální rozlišení při 60 Hz je pak
 - Při poměru stran 16:10 - 2098 x 1311 pixelů
 - Při poměru stran 16:9 – 2553 x 1436 pixelů
- DVI má rezervu v **další lince**, která obsahuje další tři kroucené páry červené, zelené a modré. Vysílají se pak informace o dvou pixelech naráz
- DVI dual link = DVI-DL
- Tato druhá linka (3 dvoulinky R G B – 6 vodičů) je aktivní pouze při použití vyššího rozlišení než je možné přenášet jednou linkou
- Použití obou linek umožňuje rozlišení až 8 megapixelů při 60 Hz.

HDMI



- **HDMI** vychází z rozhraní **DVI** – signál je stejný pouze kabel a konektory jsou jiné
- High-Definition Multi-media Interface
- V současné době nejpoužívanější a nejperspektivnější rozhraní pro propojení (PC, DVD, Multimediální přehrávač, DVB-S/DVB-T přijímač --> LCD, OLED, Plasma)
- Konektor **HDMI typu A** (tj. standard) má **19 pinů** pro přenos obrazu a zvuku
- Existuje i novější verze pro UHD rozlišení s 29 piny (HDMI-B)
- HDMI je **kompatibilní** s rozhraním Single-link **DVI** (jedna linka) s tím rozdílem, že spolu s obrazovým signálem se posílá i digitálně zakódovaný **zvuk**
- Obrazové a datové zvukové pakety se v čase pravidelně střídají, vedle toho existují ještě speciální řídicí pakety (s informací o barevné normě apod.)
- Zařízení s DVI výstupem tak může poskytovat video signál pro HDMI zobrazovací zařízení, zvuk se ale musí přenášet jinou cestou
- Výhodou je, že HDMI používá stejnou specifikaci pro signál s obrazem jako DVI-D (jen k tomu přidává zvuk), tedy redukce mezi těmito dvěma rozhraními jsou velmi jednoduché, pasivní.
- V opačném směru, tedy u HDMI výstupu (PC, notebook, multimediální zařízení) a DVI vstupu (monitor, televize), není správná funkčnost zaručena

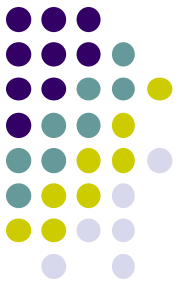
HDMI



- **HDMI (typ A)** – Klasický konektor, který nalezneme na většině zařízení

- **HDMI-Mini (typ C)** – přenosná zařízení, videokamery, fotoaparáty.

- **HDMI-Micro (typ D)** – pro tablety a jiná mobilní zařízení.



HDMI - historie

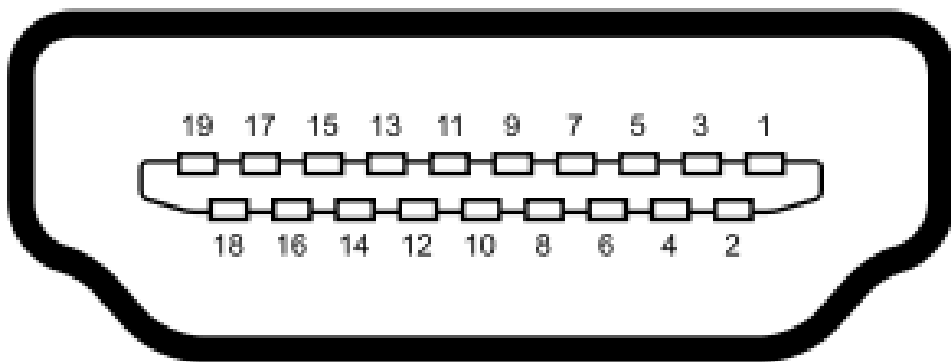
- HDMI 1.0
 - vznik v roce 2002
 - Rozlišení 1900x1200, 60 snímků/s
 - Datový tok (po zakódování do 8b10b) na jedné barevné lince 1,65 Gb/s
 - Barevná hloubka 24 bitů / pixel
- HDMI 1.3
 - Definováno v roce 2006
 - Rozlišení 2560x1600, 75 snímků/s
 - Datový tok na jedné lince 3,4 Gb/s
 - Barevná hloubka až 48 bitů / pixel
 - Zavedeno CEC
- HDMI 1.4
 - Definováno v roce 2009
 - Možnost až 3840x2160 ale pouze při 30 snímcích/s
 - Kabelem je vedena i Ethernet linka
- HDMI 2.0
 - Definováno v roce 2013
 - Rozlišení 3840x2160 (UHD, 4k), 60 snímků/s
 - Datový tok na jedné lince 6 Gb/s (celkem tedy 18 Gb/s)
 - Podpora poměru stran 21:9

HDMI



- HDMI 1.3 podporuje **HDMI-CEC** – tzn. Consumer Electronics Control
- **CEC** dovoluje řízení propojených přístrojů **jedním dálkovým ovladačem**, typicky televizním – přes HDMI lze tedy přenášet i povely pro připojené zařízení
- HDMI nedefinuje maximální délku kabelu. Jediným omezením je útlum signálu, který závisí na konstrukci a kvalitě materiálů, které byly použity

HDMI

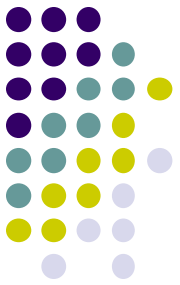


1	TMDS Data2+
2	TMDS Data2 Shield
3	TMDS Data2–
4	TMDS Data1+
5	TMDS Data1 Shield
6	TMDS Data1–
7	TMDS Data0+
8	TMDS Data0 Shield
9	TMDS Data0–
10	TMDS Clock+ (hodinový signál, impuls je poslán na konci každé 10b zakódované hodnoty)
11	TMDS Clock Shield
12	TMDS Clock–
13	CEC (viz předchozí strana)
14	Nevyužito (rezerva pro budoucí použití)
15	SCL (hodinový signál pro kontrolní data)
16	SDA (přenos kontrolních dat)
17	DDC/CEC Ground
18	+5 V (max. 50 mA)
19	Hot Plug Detect

HDMI



- O tom zda, je DVI a HDMI **synchronní nebo asynchronní** nelze zcela jednoznačně rozhodnout
- 8-bitová hodnota (jas subpixelu) je zakódována 10-bitově (TMDS) a posílána sériově asynchronně
- Během vysílání této 10-bitové sekvence proběhne jedna perioda hodinového signálu
- Hodinový signál nelze použít k označení platnosti jednotlivých bitů, ale dělí komunikaci na jednotlivé 10-bitové sekvence
- Například pro HDMI 1.3 platí, že data na jedné lince jsou vysílána rychlostí 3,4 Gb/s a hodinový signál při tom je na frekvenci pouze 340 MHz (poměr 1:10)
- Jde tedy o asynchronní typ přenosu s určitou doplňkovou synchronizací



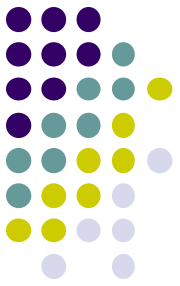
- **HDMI 2.1** - Nejnovější verze, která zatím nemá využití, jde o takzvaný future-proofing, tedy pojištění do budoucnosti
- Propustnost dat 48 Gb/s (3 x 16 Gb/s)
- Podpora 4K 120 Hz, 8K 60 Hz a rozlišení až 10K
- Podpora HDR
- Většina TV dnes podporuje přímo přehrávání videa ve všech formátech, takže ho sem nemusíme posílat jako obrazový signál odjinud (z počítače, z multimediálního přehrávače), takže touto linkou není co připojovat

DisplayPort

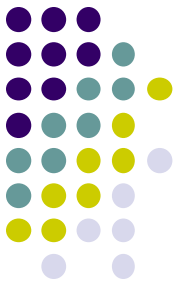


- Slouží k digitálnímu přenosu obrazového a zvukového signálu
- Nepředpokládá se, že by měl nahradit HDMI v oblasti domácí spotřební elektroniky
- Dokáže (mimo jiné) vysílat data i kompatibilním způsobem jako HDMI, takže počítač vybavený pouze DisplayPortem lze připojit k televizi vybavené konektorem HDMI, přenesen bude obraz i zvuk
- Obvykle se ale využívá jiný, nekompatibilní typ přenosu
- Data jsou v tomto režimu přenášena v paketech podobně jako v počítačových sítích
- Pro každý barevný kanál podporuje barevné hloubky 6, 8, 10, 12 a 16 bitů na barevnou složku
- Současně s obrazem lze přenášet i data 8 zvukových kanálů (24 bitové vzorky, 192 kHz)
- Rozhraní v sobě integruje i USB linku přes kterou lze s displejem obousměrně komunikovat a přenášet doplňující data nebo řídicí povely

DisplayPort

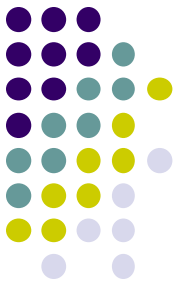


DisplayPort



- DisplayPort zachází se signálem jinak než DVI a HDMI
- VGA, DVI a HDMI přenáší zvlášť v různých linkách jednotlivé základní barvy
- Přenos u DisplayPortu je podobný tomu, co funguje v počítačových sítích, nazývá se mikro-paketový přenos.
- Vše je přenášeno v malých datových balících (barva se nedělí do linek podle základních barev) bez nutnosti použití zvláštního vodiče pro hodinový signál kvůli synchronizaci (časový údaj je součástí paketu)
- Datové pakety se přenášejí přes jednu, dvě nebo čtyři linky (u DVI a HDMI byly tři, pro jednotlivé barvy)
- Každá linka je realizována párem vodičů Data+ a Data-
- Rychlost přenosu dat linkou může být 1,62 - 2,7 nebo 5,4 Gb/s
- Používá se kódování 8b10b

DisplayPort



- Propustnost každé linky je tedy dle zvolené přenosové rychlosti 162 MB/s, 270 MB/s nebo 540 MB/s
- Hodiny tikají při přenosu každého nového pixelu. Jednotlivé bity se přenášejí asynchronně.
- Frekvence hodinového signálu je tedy 162 MHz, 270 MHz nebo 540 MHz při použití 10-bitového kódování (jsou zde ale i jiná kódování)
- Maximální délka kabelu 2 metry
- DisplayPort vyvíjí asociace výrobců grafických adapterů a displejů VESA
- Při běžném rozlišení a barevné hloubce nepřináší DisplayPort žádné výhody navíc oproti běžnému přenosu přes DVI a HDMI
- Výhody se projeví při speciálních požadavcích (přenos více zvukových kanálů, větší barevná hloubka než TrueColor, různé barevné prostory, různé 3D formáty)

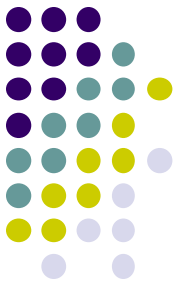
Thunderbolt



- Thunderbolt byl vyvinut společností **Intel** pod původním označením **LightPeak**
- Rozhraní bylo původně určeno k tomu, aby běželo na optických vláknech
- Ukázalo se, že běžné vodiče mohou poskytovat požadovanou přenosovou rychlost 10 Gbit/s na jeden kanál za nižší cenu
- Používat se toto rozhraní začalo na produktech firmy **Apple** od roku 2011
- Thunderbolt v sobě spojuje PCI-Express a DisplayPort
- Firma Apple prodává adaptéry pro DVI, dual-link DVI, HDMI a VGA výstup z portu Thunderbolt
- Thunderbolt je založen na konektoru Mini DisplayPortu, který byl vyvinut konsorciem výrobců a vývojářů VESA
- Díky k tomu, že Thunderbolt rozšiřuje PCI Express sběrnici, což je hlavní rozšiřující sběrnice v současných systémech, mělo by být možné připojovat i externí grafické karty, které by přes toto rozhraní, ale zatím se to nerealizovalo



Thunderbolt



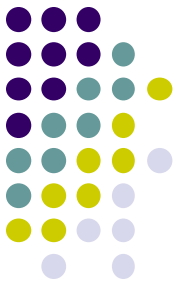
Apple's new Thunderbolt (left)
and older DisplayPort
connections use the same port
geometry.

Kontrolní otázky



- Uved'te alespoň dvě standardní přenosové rychlosti používané při sériové komunikaci.
 - 9600 b/s, 19200 b/s, 38400 b/s
- Nakreslete průběh signálu na vývodu TxD během sériového vysílání dvou bajtů 6Ah a 7Fh těsně za sebou, včetně klidové úrovně před a po vysílání
- Jak dlouho trvá odeslání jednoho bajtu bez parity přes sériovou linku přenosovou rychlostí 9600 b/s ?
 - $1/960$ s
- Kolik bajtů lze odeslat při vysílání přes sériovou linku rychlostí 19200 b/s, pokud bude přenos zabezpečen paritou ?
 - $\text{Vydělím } 11 - (10 + \text{paritní bit}) = 19200 / 11 = 1745 \text{ bajtů}$
- Co je to ScanCode ?
 - Kód stisknuté klávesy
- Nakreslete dvě stanice propojené plně duplexní sériovou linkou
 - (Tx > Rx, Rx < Tx, Gnd – Gnd)
- Vysvětlete význam signálu Strobe a Busy na paralelním portu.
 - Strobe – oznámí tiskárně tisk, Busy – tiskárna oznámí, že je zapnutá a zpracovává data
- Komunikace přes paralelní port je poloduplexní/plně duplexní, synchronní/asynchronní ?
 - Plně duplexní, je vázaná (jsou tam speciální signály)
- Jaký typ zařízení se obvykle připojoval k paralelnímu portu ?
 - Tiskárny, scannery, disky, HW klíče
- Kolik pinů má konektor PS/2 ?
 - 6, používají se 4
- Proč se na PS/2 posílá start bit, když je komunikace synchronní ?
 - Každá klávesnice má vlastní rychlost vysílání, navíc klávesnice většinou mlčí, takže je nutné zahájit vysílání
- Jaká je obvyklá propustnost linky PS/2 ?
 - 1 KB/s (10 000 bitů)
- Které z těchto cest jsou plně duplexní: sériová linka, paralelní port, PS/2, USB 1.0, USB 2.0, USB 3.0, HDMI, DVI
 - Sériová linka, USB 3.0
- Které z těchto cest jsou paralelní: sériová linka, PS/2, USB 1.0, USB 2.0, USB 3.0, FireWire, HDMI, VGA port, DisplayPort
 - HDMI, VGA, DisplayPort (spíše ale sériové)
- Které z těchto cest jsou synchronní: sériová linka, PS/2, VGA port, USB 2.0, USB 3.0
 - PS/2, VGA
- Jaká barva PS/2 konektoru je určena pro klávesnici a jaká pro myš ?
 - Fialová klávesnice, zelená pro myš

Kontrolní otázky



- Uved'te příklad zařízení, pro které je typický na USB přenos typu Interrupt
 - **Myš, klávesnice**
- Uved'te příklad zařízení, pro které je typický na USB přenos typu Bulk
 - **Disk, tiskárna, vypalovačka**
- Uved'te příklad zařízení, pro které je typický isochronní přenos na USB
 - **Webkamera, zvuk**
- K čemu je dobrý Y-kabel USB ?
 - **Odebírá proud ze dvou konektorů zároveň**
- Jaké vodiče obsahuje kabel USB 2.0 a jakou mají barvu ?
 - **5V – červený, GND – černý, Data+ zelený, Data- bílý**
- Jaké vodiče obsahuje kabel USB 3.0 ?
 - **Sstx+, Sstx-, Ssrx+, Ssrx-**
- Jak pozná monitor připojený na VGA port rozlišení vysílaného snímku ?
 - **Podle hodinového signálu**
- K čemu slouží PING paket na USB ?
 - **Slouží ke zjištění, jestli je připojené USB zařízení schopno zpracovat data, abych ho nezahltl**
- Jak by vypadala sekvence bitů 00100000001111111 po zakódování používaném na USB 2.0?
 - **0 změna**
 - **1 – zůstává**