

12 Komunikační rozhraní PC

Komunikační rozhraní – interface umožňuje přenos informací mezi komunikačními subjekty tj. mezi fyzickými zařízeními nebo v oblasti software slouží k usnadnění a sjednocení komunikace v rámci programů, tzv. API (application programming interface).

Parametry fyzického rozhraní:

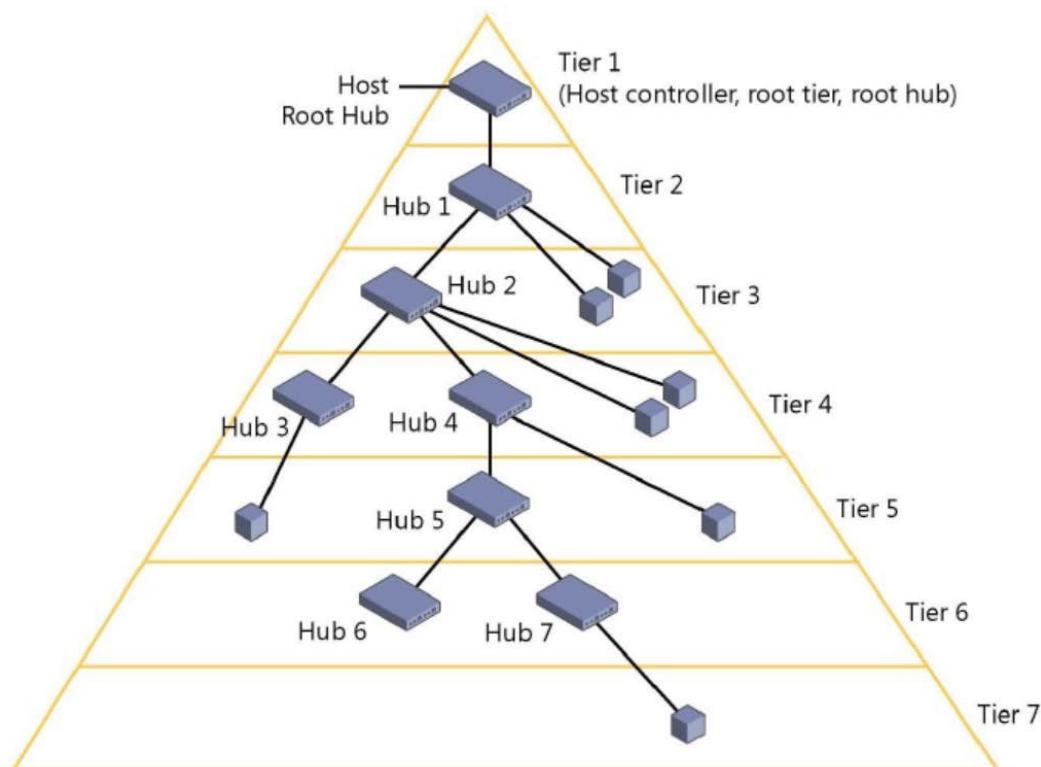
- **Uspořádání vodičů** a konektorů zajišťujících přenos signálů a dat mezi připojenými členy
- **Šířka přenosu** - počet bitů, které lze zároveň po sběrnici přenést ve stejný čas (paralelní – LPT (Line Printer Terminal) port, sériové – COM (communication port, RS232C) port, USB, ...)
- **Frekvence** - maximální frekvence, se kterou se přenáší signály
- **Rychlost** | propustnost - počet bitů nebo transportů, které lze zároveň po sběrnici přenést za jednotku času (Mb/s, kB/s, GT/s)
- **Způsob přenosu** – synchronní, asynchronní, paketový – komunikační protokol
- **Možnosti připojení** zařízení – za chodu, instalace ovladače, nutnost restartu, externí, ...

12.1 USB

První specifikace USB byla navržena v roce 1995, rozšíření díky Apple iMac 1998

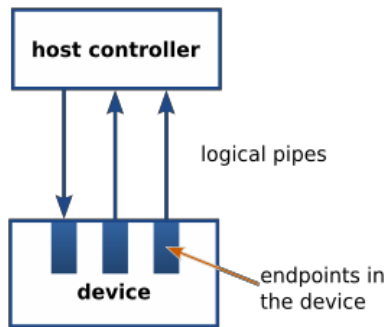
Parametry:

- Sériový paketový přenos vysokou rychlostí (až 10 Gbit/s - USB 3.1)
- Pyramidovitá tiered topologická struktura, hostitel – root (na vrcholu) řídí přenos - komunikace s koncovými zařízeními se odehrává přes něj, přímá komunikace mezi zařízeními není možná



- Jeden spoj od hostitele se může větvit v rozbočovači – hub
- Na jednoho hostitele USB je možno připojit až 127 zařízení

- Logické propojení hostitele a endpointu zajišťují USB pipe (jedno zařízení může mít až 16 IN a 16 OUT endpointů)



Message pipe - obousměrná roura pro kontrolní (řídící) přenosy (konfigurace zařízení), funkce:

- Posílat pakety SETUP, IN a OUT
- Plánovat přenosy v 1 ms USB rámci
- Poskytovat resetovací signál USB reset
- Poskytovat řízení napájení (USB power management)

Stream pipe - jednosměrná roura pro přenos dat:

- **Izochronní** (isochronous) – garantovaná přenosová rychlost ale možná ztráta dat (audio, video zařízení).
- **Přerušovaný přenos** (interrupt) – garantované rychlé odpovědi na asynchronní události (klávesnice, myš).
- **Nárazový přenos** (bulk) – velké datové přenosy s maximální možnou šířkou přenosu, bez garance rychlé odpovědi ale bez ztráty dat (přenosy dat z disků).
- Každé zařízení USB má deskriptor obsahující Vendor ID -VID, které je oficiálně udělováno
- Připojování je způsobem Plug & Play (za běhu počítače), zajištění napájení podle VID. Odpojení je možné kdykoliv, nutno ošetřit programově. Po odpojení USB hostitel vymaže zařízení ze svých tabulek a uvolní prostředky, které byly použity.

Fáze připojení USB zařízení:

- 1) Hub informuje hostitele o tom, že bylo **připojeno nové zařízení**
- 2) Hostitel se dotáže hubu, **na který port** bylo zařízení připojeno
- 3) Hostitel vydá příkaz **tento port zapnout** a provést vynulování (reset) sběrnice
- 4) Hub generuje signál (**reset**) o délce 10 ms a uvolní pro zařízení **napájecí proud 100 mA**
- 5) USB hostitel **povolí dotyčný port** a komunikuje s daným USB zařízením prostřednictvím **řídící roury na defaultní adrese 0**
- 6) Hostitel si přečte **první bajty deskriptoru** zařízení určující **délku datových paketů**
- 7) Hostitel **přiřadí zařízení USB jeho adresu** na sběrnici a zjistí, zda jde o **hub nebo koncové zařízení** a jakou **šířku pásma** bude potřebovat.
- 8) Následně **vytvoří řídící rouru** pro toto USB zařízení a nasměruje ji **na přiřazenou adresu a endpoint číslo 0**.
- 9) Hostitel **přiřadí zařízení napájecí proud podle deskriptoru** zařízení a **vyhledá příslušný ovladač** v hostitelském software

Informace v deskriptoru zařízení USB

- **Povinné** (Standard) – identifikace výrobce (**USB Vendor**) a třídy, do které zařízení patří, napájecí proud, informace o zařízení, konfigurace a počet koncových bodů.
- **Volitelné** (Class) – bližší specifikace zařízení pro konkrétní třídu, do které patří.

Specifikace:

USB 1.1 - Low-Speed 1,5 Mb/s / Full-Speed 12 Mb/s – 4 vodiče, max 500 mA

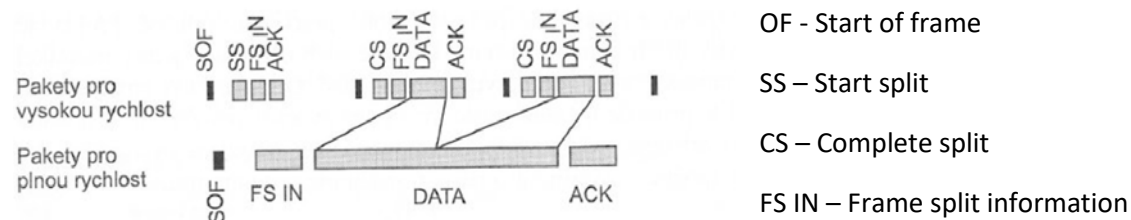
USB 2.0 - Hi-Speed 480 Mbit/s – zpětná kompatibilita – 4 vodiče, max 500 mA

USB 3.0 – Superspeed 5Gb/s – 4+4 vodiče (USB 3.1 - Gen1, konektor A), max 900 mA

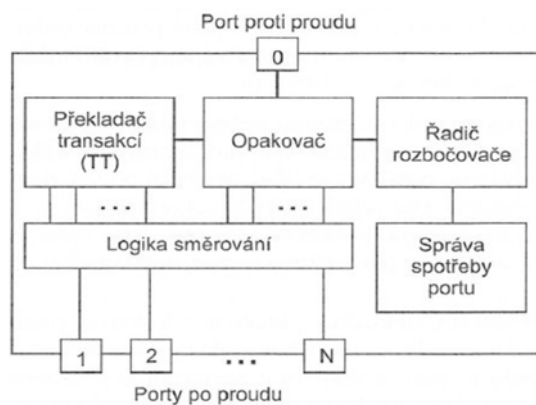
USB-C Gen1 - USB 3.1 Gen1 SuperSpeed 5Gb/s, konektor C, teoreticky max 100W

USB-C Gen2 - USB-C 3.1 Gen2 SuperSpeed+ 10 Gbit/s, konektor C, teoreticky max 100 W

Formát dat USB 1.0 a USB 2.0:

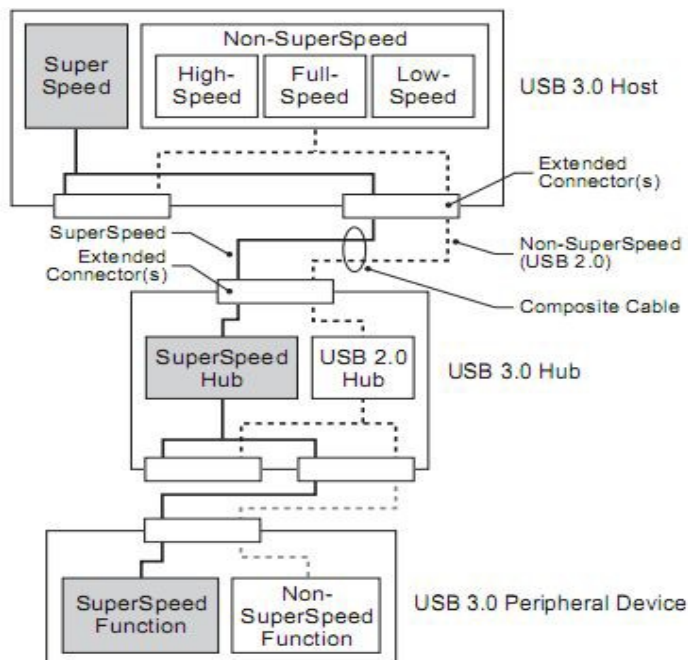


USB 2.0 hub – blok překladače transakcí mezi USB 1.0 a USB 2.0



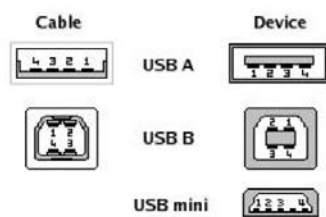
Zajišťuje překlad formátu dat mezi vysokou (USB 2.0) a plnou (USB 1.1) rychlostí

USB 3.0



- Zařízení pro komunikaci Super-Speed jsou fyzicky i logicky odděleny od komunikace High-Speed, Full-Speed
- Samostatné řadiče USB pro USB 2.0 a USB 3.0

Konektor USB 1.1, USB 2.0

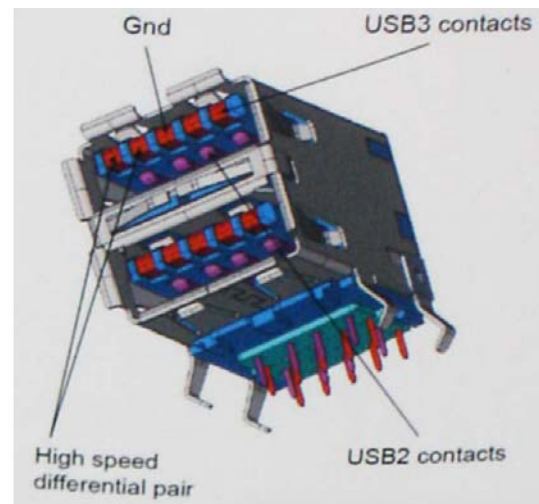
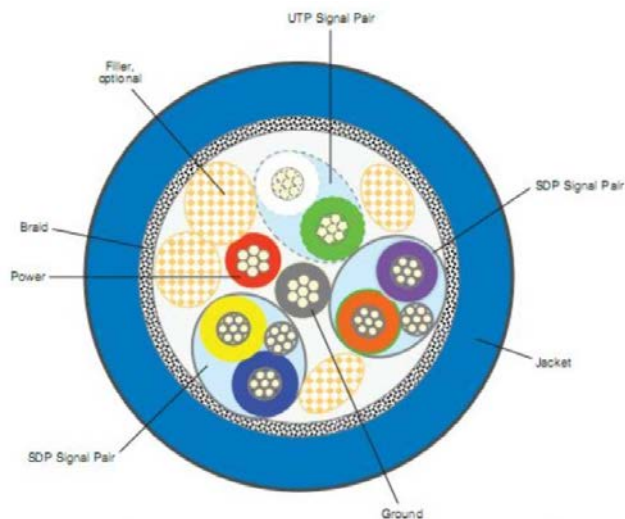


USB A - připojení směrem k hostiteli

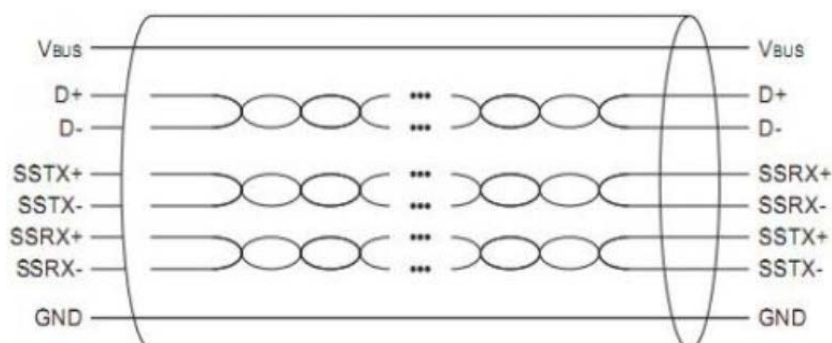
USB B - připojení směrem k zařízení

| Pin | Signal | Color | Description |
|-----|--------|-------|-------------|
| 1 | VCC | Red | +5V |
| 2 | D- | White | Data - |
| 3 | D+ | Green | Data + |
| 4 | GND | Black | Ground |

Konektor USB 3.0, USB 3.1



USB 3.0, 3.1 má navíc 4 linky pro superspeed, je zpětně kompatibilní s USB 2.0 (pak tyto linky nevyužívá)



USB On-the-Go (OTG)

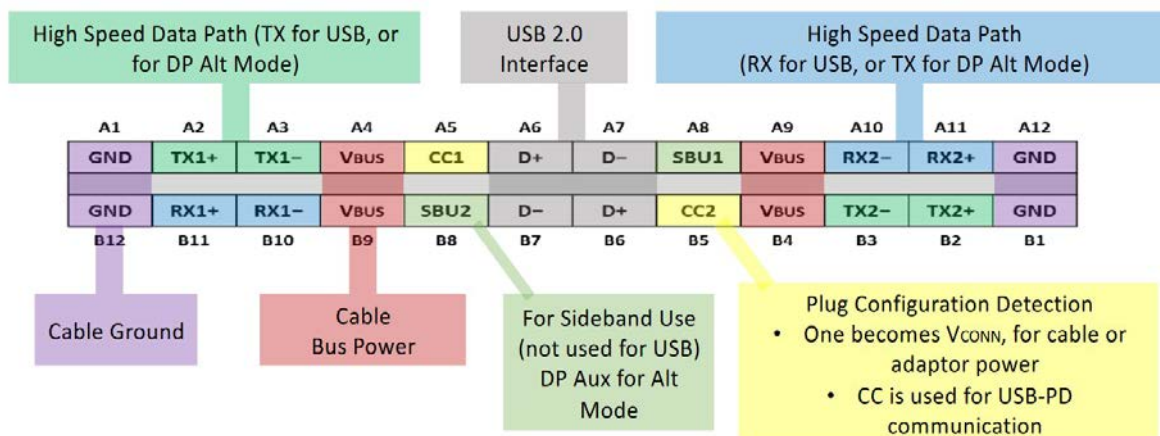


- Všechna zařízení OTG mají jen jednu Micro-AB zásuvku (5 pinů)
- řeší problém realizace **propojení dvou periferních zařízení**, řadič obou zařízení podporuje **Dual-Role Device – DRD**
- **Session Request Protocol - SRP** – obě komunikující zařízení mohou **řídít druhé zařízení** – rozdíl proti klasickému USB, kde tuto možnost měl pouze počítač v roli host.
- **Host Negotiation Protocol - HNP** – obě zařízení si mohou vyměnit roli master/slave.

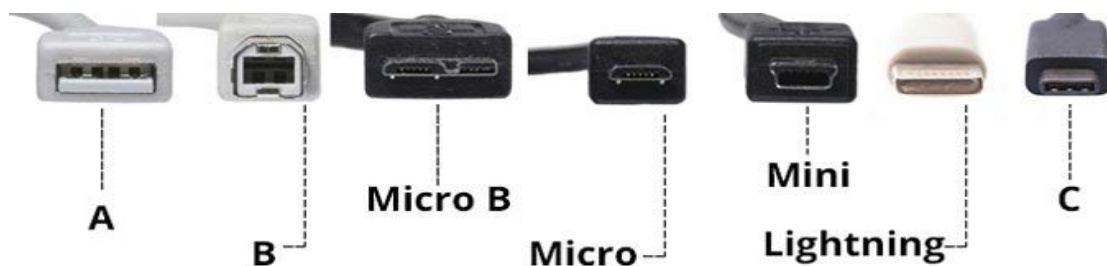
USB OTG adapter, zdroj: [TEM](http://TEM.cz)

USB C

Oválný, stranově symetrický, posílen počet kontaktů napájení



Přehled typů konektorů



12.2 Metalický Ethernet



- Rozhraní většinou integrované na základní desce, konektor RJ45, rychlosti 10/100/1000 Mbps
- Novější NB nemají metalický Ethernet ve výbavě, používá se USB/Ethernet adapter

12.3 WiFi

- Na PC a NB využití standardů ve volném pásmu 2,4 GHz a 5 GHz

U mini PC jsou integrované, označení podle standardů nebo obchodního značení, např.

| Standard | Obchodní značení | Vydání |
|----------|------------------|---------------|
| 802.11a | Wi-Fi 1 | září 1999 |
| 802.11b | Wi-Fi 2 | září 1999 |
| 802.11g | Wi-Fi 3 | červen 2003 |
| 802.11n | Wi-Fi 4 | říjen 2009 |
| 802.11ac | Wi-Fi 5 | prosinec 2013 |
| 802.11ax | Wi-Fi 6 | 2019 |

- Varianta jako WiFi USB dongle připojitelný do rozhraní USB



12.4 Bluetooth

Technologie pro PAN síť, standard IEEE 802.15, bývá integrována na základní desku mini PC a do smartphone.

Nebývá integrováno na základní desku skříňových PC – USB/Bluetooth dongle (podobný WiFi)

Vlastnosti:

- Rádiové pásmo 2,4 GHz, FHSS modulace
- radiová technologie o nízkém vysílacím výkonu (pod 1mW) vyvinutá za cílem nahrazení pevného propojení elektronických zařízení (PC, tiskárny, mobilní telefony, PDA atd.)
- pracuje v ISM pásmu 2,4 GHz
- Bluetooth 4.0, r.2010. nízkoenergetická náročnost vhodná pro zařízení nepotřebující vysoké datové toky (handsfree náhlavní soupravy)
- Bluetooth 4.2, r.2014. Zahrnuje protokol 6LoWPAN, který ke komunikaci používají například chytré žárovky
- Bluetooth 5.0, r.2016, BLE (Bluetooth Low Energy) může krátkodobě zvýšit rychlost na 2 Mbps (na úkor dosahu) nebo naopak dosáhnout až 4× delšího dosahu na úkor rychlosti než verze 4.2.(IoT zařízení)
- Bluetooth 5.1, leden 2019 podpora mesh sítí
- Bluetooth 5.2, prosinec 2019. řízení výkonu pro BLE a podpora pro BLE Audio (úspora elektrické energie při přenosu zvuku), všesměrové vysílání (one-to-many a many-to-one), nový LC3 kodek (pro zakódování přenášeného audia)
- Bluetooth 5.3, červenc 2021

Jednotlivá zařízení jsou identifikována pomocí své adresy BD_ADDR (Bluetooth Device Address) podobné MAC adrese u Ethernetu. Na rozdíl od technologie WiFi řeší Bluetooth sám o sobě vyšší – až aplikační vrstvy síťového modelu ISO/OSI

12.5 IrDA

- IrDa (Infrared Data Association) - bezdrátová komunikace pomocí infračerveného světla
- V současnosti je IrDA vytlačováno radiovým přenosem (Bluetooth), který eliminuje základní nevýhodu infračerveného přenosu – potřebu přímé viditelnosti.

12.6 Klávesnice, trackpoint

Klávesnice - základní rozhraní pro komunikaci mezi uživatelem a počítačem

- Historicky odvozeno rozložení kláves od psacího stroje
- Pro různé jazyky sice stejné provedení, ale na jednotlivých klávesách jsou umístěny různé znaky
- Klávesy se dělí na abecední, numerické, funkční a metaklávesy (klávesa sama o sobě nic nedělá, vyžaduje stisk další klávesy).
- Na klávesy F, J, případně Num 5 se obvykle umísťují pomocné rysky (vystupující plošky) pro rychlejší orientaci (na klávesy F a J jsou při psaní všemi deseti prsty pokládány ukazováčky).
- Ostatní elektronické zařízení mívají zpravidla klávesnici zjednodušenou a upravenou speciálně pro potřeby těchto zařízení

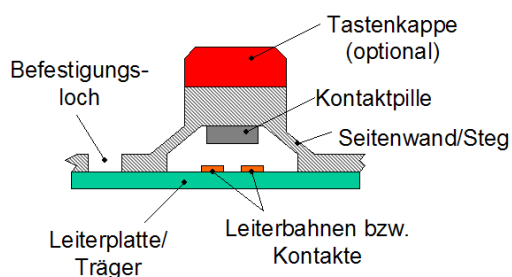
Rozdělení klávesnic:

- Podle technologie (přepínače, membrána, kapacitní, Hallův jev)
- Podle standardů a použití (PC/XT, PC/AT - multimediální, funkční, kurzorové a numerické klávesy)
- Pro notebooky - podsvícená, nepodsvícená, s nebo bez numerické části
- Podle typů připojení (USB, Bluetooth, PS/2 a starší...)
- Způsob komunikace (SCAN kód, ASCII kód, BIOS, znakové sady)

Princip činnosti klávesnice:

- Pole spínačů, které jsou zapojeny do matice
- Řadič klávesnice aktivuje postupně jednotlivé řádky a sloupce a tím zjistí, jaké klávesy jsou stisknuty (umí detekovat stisk více kláves najednou)
- V závislosti na stisknuté klávese je do počítače poslán tzv. scan-kód, který je pro každou klávesu pevně určen (nezávisle na použitém jazyku nebo písmenu natištěném na klávese)
- Scan-kódy čte ovladač klávesnice v operačním systému, který jej pomocí právě aktivní mapy kláves převede na kód písmena (V česku QWERTZ, QWERTY).
- Mapy kláves lze obvykle přepínat určitou kombinací tlačítek.

Klávesnice s membránou



- mezi klávesami a kontakty je vložena silikonová membrána s výstupky ve tvaru „čepičky“ a s uhlíkovou vodivou ploškou v každé „čepičce“
- po stlačení uhlík propojí elektrický obvod a sepne, membrána zajistí pružnost a návrat do původní polohy

Výhody membránové klávesnice:

- Membrána je obvykle z jednoho kusu pro celou klávesnici, zajišťuje těsnost a vodě a prachu odolnost klávesnice (vhodné pro mobilní přístroje)
- Klávesnice je poměrně levná, životnost je vysoká
- Nevýhodou je měkčí stisk a horší zpětná vazba.

Trackpoint - polohovací zařízení NB

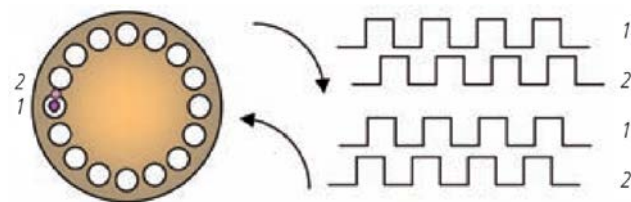


- Malý joystick, který je na klávesnici mezi klávesami
- Tlačítka jsou umístěna zvlášť, dole pod mezerníkem
- Čepička trackpointu je z gumy a je vyměnitelná
- Nakláněním trackpointu je ovládán pohyb kurzoru
- Rychlost pohybu závisí na množství použité síly
- Citlivost trackpointu je softwarově nastavitelná
- Levé a pravé tlačítko mají funkci stejnou jako na myši
- Stisknuté prostřední tlačítko zároveň s nakláněním trackpointu umožňuje scrollování

12.7 Počítačová myš,

Principy snímání pohybu myši:

Elektromechanické (historie) princip podobný jako optomechanický, snímání namísto optronu kontakty



Rolovací kolečko

V roce 1996 bylo prostřední tlačítko myši nahrazeno rolovacím kolečkem

Pohyb rolovacího kolečka se převádí na elektrické impulzy stejně jako u válečků pro převod pohybu myši.

Optomechanické

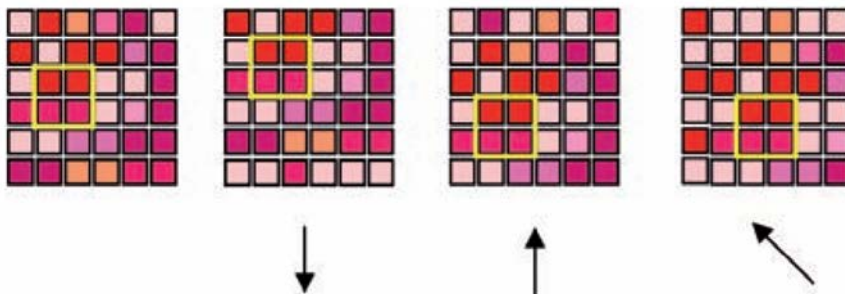
- nevýhoda: kulička přenáší prach a pot z podložky či desky stolu na válečky
- Při pohybu kuličky se kolečko otáčí a dochází k přerušování světelného paprsku a vzniku impulzů v optronu
- Celkový počet impulzů odpovídá posunutí v příslušném směru
- směr pohybu rozpoznávají dva fototranzistory a směr pohybu se určí z posloupnosti impulzů z jednotlivých fototranzistorů
- impulsy se přenáší do počítače pomocí rozhraní USB (PS/2, Bluetooth)
- v počítači se impulzy převádí na polohu kurzoru na monitoru



Optické

- registruje pohyb odraženého obrazu podložky, na kterou svítí šikmo svítivá dioda
- od podložky se světlo odráží a dopadá na jednoduchou matici několika stovek pixelů struktury CCD (16x16 až 30x30 pixelů)
- dioda bliká s frekvencí 1 kHz až 5 kHz a speciální obvod vyhodnocuje posunutí obrazu během periody sejmутí jednotlivých snímků
- rozlišovací schopnosti od 400 do 3 200 DPI (posunutí mezi 0,1mm až 0,01mm)
- podložka musí být nehomogenní (proto nefunguje na skleněné podložce)
- laserové myši mají koherentní záření a paprsky se z podložky nejen odrážejí, ale i interferují. (pracuje i na skle, má vyšší rozlišovací schopnost)

Posunutí obrazu při pohybech optické myši:



12.8 Touchpad, dotykové obrazovky

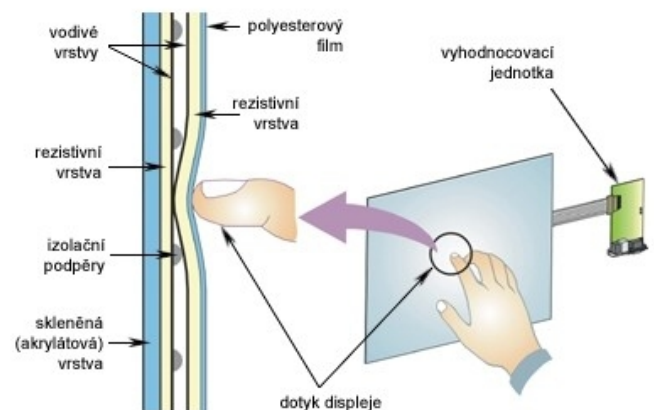
Touchpad

- pohyb kurzorem po obrazovce podle pohybů uživatelského prstu - náhrada za počítačovou myš u přenosných zařízení
- princip snímání elektrické kapacity prstu nebo kapacity mezi senzory (podobně jako dotykové obrazovky)
- tlačítka podobně jako na počítačové myši, nebo dvojklepnutí a posuv



Dotykové obrazovky

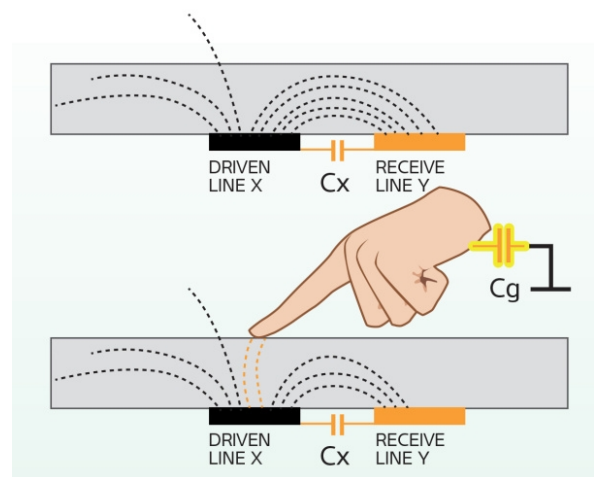
- Dotyková obrazovka (touchscreen) je displej, který dokáže detekovat přítomnost a místo doteku na zobrazovací ploše
- Lepší možnost interakce přímo s tím, co je zobrazeno (mobilní telefony)
- Rozpoznání jednoho místa – stylus s funkčními tlačítky (pasivní, aktivní)
- Vícetouchové – rozpoznání gesta pomocí pohybu prstů



Rezistivní technologie (fyzické promáčknutí vrstvy – změna odporu, méně používané)

Kapacitní technologie

- Vodivý lidský prst (stylus) narušuje elektrostatické pole na povrchu obrazovky a změna kapacity je následně interpretována jako dotyk
- Displej nelze ovládat nevodivým prvkem (nutno použít speciální rukavice, vodivý stylus)
- Dotyková vrstva je přímo integrována do panelu displeje
- Masově použité u produktů iPhone (od r.2007) – dnešní standard



Tablet

- s displejem nebo bez (obraz na monitoru)
- pohyb těsně nad povrchem – umístění kurzoru
- dotyk – psaní s úrovní tlaku (4000 až 8000) mění se tloušťka čáry
- LPI - lines per inch (2500 až 5000) počet bodů snímače polohy



12.9 Interaktivní tabule

- Interaktivní tabuli osvětluje obraz z projektoru a vytváří velkou dotykovou obrazovku
- Pomocí interaktivního pera (nebo prstem) se provádí na tabuli podobné úkony, jako by se dělaly myši na počítači (včetně tlačítek myši nebo gesty pomocí prstů)
- Každý výrobce má svůj ovladač a vlastní SW aplikace
- Elektromagnetická technologie - soustava drátů za interaktivní plochou vzájemně působí na cívku ve špičce stylusu, pozice souřadnic (X, Y) je určena indukcí elektrického proudu. Signál je vysílán do počítače pouze pokud je aktivovaný stylusem (Active Board)
- Laserová technologie – snímače v obou horních rozích tabule, Laserové paprsky jsou za pomoci natáčení zrcátek promítány před celou plochu tabule, pasivní reflexní stylus, není citlivý na dotek.
- Digital Vision Touch (DViT) - malé kamerky umístěné v rámu, objekt se zaměří a software vypočte polohu, libovolný povrch, není třeba speciální stylus (SMART Board).

