

Rozhraní ATA-2 (1)

- Standardizováno v roce 1996
- Nazýváno také **Fast-ATA**, **Fast-ATA 2** nebo **EIDE** – Enhanced IDE
- Označení EIDE bylo používáno firmou Western Digital i pro následující verze rozhraní ATA
- Navrženo tak, aby jej bylo možné využít jako obecné rozhraní mezi hostitelským systémem (počítačem) a jakýmkoliv zařízením pro ukládání dat

18/11/2021

1

Rozhraní ATA-2 (2)

- V rámci rozhraní ATA-2 je často integrováno i rozhraní odpovídající (v této době ještě samostatnému) standardu **ATAPI** (AT Attach-ment Packet Interface)
- Standard ATAPI poskytuje jednotné rozhraní pro připojování zařízení jako jsou, např.:
 - mechaniky CD-ROM, CD-R, CD-RW, DVD
 - jednotky ZIP, LS-120
 - páskové jednotky

18/11/2021

2

Rozhraní ATA-2 (3)

- Podporuje přenosy dat v rychlejších režimech:
 - PIO 0 až PIO 4
 - Single-word DMA 0 až Single-word DMA 2
 - Multi-word DMA 0 až Multi-word DMA 2
- Maximální přenosová rychlost rozhraní ATA-2 je 16,67 MB/s
- Umožňuje připojit až čtyři zařízení
- Při práci s pevným diskem používá adresovací metodu **LBA** – Linear (Logical) Block Address

18/11/2021

3

Rozhraní ATA-2 (4)

- LBA eliminuje omezení kapacity disku na 512 MB
- Při adresaci LBA je použita 28bitová adresa:
 - 4 bity: adresace povrchu $\Rightarrow$ max. 16 povrchů
 - 16 bitů: adresace cylindru $\Rightarrow$ max. 65536 cylindrů
 - 8 bitů: adresace sektoru $\Rightarrow$ max. 256 sektorů
- Při kapacitě 512 B na jeden sektor pak dostáváme maximální velikost disku 128 GB
- Tato kapacita může být (byla) omezena možnostmi BIOSu (např. na 2 GB, 8,4 GB apod.)

18/11/2021

4

Rozhraní ATA-2 (5)

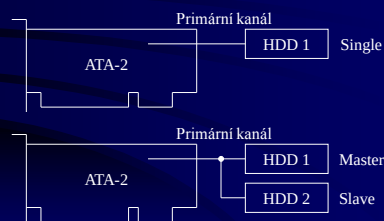
- Zařízení, která jsou připojena k rozhraní ATA-2 a vyšším, lze zapojit na dva kanály:
 - primární (primary channel)
 - sekundární (secondary channel)
- Na každý kanál je možné připojit maximálně dvě zařízení pomocí 40žilového kabelu, který je shodný s kabelem rozhraní ATA-1
- Na obou kanálech je potom u jednotlivých zařízení nutné nastavit propojky do pozic Master, Slave, Single, popř. Cable Select

18/11/2021

5

Rozhraní ATA-2 (6)

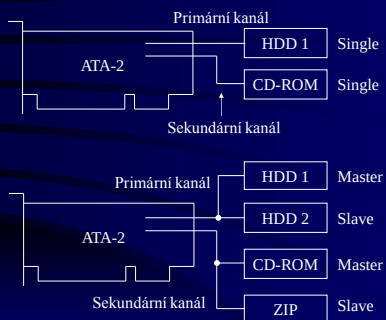
- Nastavování se provádí podle stejných pravidel jako u rozhraní ATA-1
- Zapojení zařízení k rozhraní ATA-2:



18/11/2021

6

Rozhraní ATA-2 (7)



18/11/2021

7

Rozhraní ATA-2 (8)



Konektory pro připojení:

- mechanik pružných disků
- zařízení k sekundárnímu kanálu
- zařízení k primárnímu kanálu

18/11/2021

8

Rozhraní ATA-3

- Standardizováno v roce 1997
- Přináší pouze drobná vylepšení (oproti rozhraní ATA-2)
- Přidává podporu pro technologii S.M.A.R.T.
- Rozhraní ATA-3 bývá rovněž označováno i termínem EIDE

18/11/2021

9

Rozhraní ATA-4 (1)

- Standardizováno v roce 1998
- Označováno také jako **ATA/ATAPI-4** nebo **Ultra-ATA 33**
- Součástí rozhraní ATA-4 se stává i dříve používaný (samostatný) standard **ATAPI**
- Kromě již dříve používaných přenosových režimů jsou podporovány i nové režimy **Ultra-DMA 0** až **Ultra-DMA 2**
- Pozn.: režimy Ultra-DMA 0 a Ultra-DMA 1 nebyly výrobci nikdy implementovány

18/11/2021

10

Rozhraní ATA-4 (2)

- Režim Ultra-DMA 2 je podle své přenosové rychlosti (33 MB/s) také označován jako **Ultra-DMA 33** nebo **Ultra-ATA 33**
- Definuje nový propojovací kabel s 80 vodiči, jehož použití zatím není vyžadováno, ale je doporučováno
- Tato skutečnost je vynucena vyšší přenosovou rychlostí režimu Ultra-DMA 2 a tím i větší náchylností k chybám (šumu)

18/11/2021

11

Rozhraní ATA-4 (3)

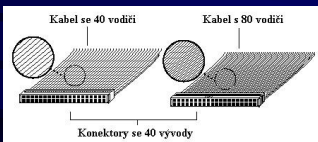
- Chyby mohou být zapříčiněny:
 - okolním elektromagnetickým rušením
 - přeslechy mezi jednotlivými vodiči
- Konektory použité na těchto kabelech (odpovídajících discích) jsou opět 40vývodové a jejich zapojení je shodné se zapojením dřívějších disků
- Zbývajících 40 vodičů v 80žilovém kabelu je určeno pro uzemňující signál

18/11/2021

12

Rozhraní ATA-4 (4)

- Tyto vodiče jsou rozmístěny mezi původními 40 vodiči a nejsou vyvedeny na konektor
- Nových 40 vodičů tedy slouží pouze jako stínění, čímž zamezují rušení a přeslechům



- Datové přenosy jsou zabezpečeny pomocí **CRC** – **C**yclical **R**edundancy **C**hecking

18/11/2021

13

Rozhraní ATA-4 (5)

- Zavádí podporu pro řazení příkazů do front (**TCQ** – **T**agged **C**ommand **Q**ueuing):
 - zařízení je schopno přijmout několik příkazů současně a uložit si je do své fronty
 - příkazy jsou pak vykonávány z hlediska zařízení v optimálním pořadí
 - např. u pevného disku je snahou minimalizovat celkovou délku trajektorie, po které se pohybují čtecí/zapisovací hlavy
 - vhodné zejména u systémů provádějících paralelní zpracování více úloh (multitasking)

18/11/2021

14

Rozhraní ATA-5 (1)

- Zveřejněno v roce 1999
- Nazýváno také jako **ATA/ATAPI-5** nebo **Ultra-ATA 66**
- Přináší podporu nových přenosových režimů **Ultra-DMA 3** a **Ultra-DMA 4**
- Režim Ultra-DMA 4 je podle své přenosové rychlosti (66 MB/s) také označován jako **Ultra-DMA 66** nebo **Ultra-ATA 66**
- Dovoluje automatickou detekci kabelu se 40, resp. 80 vodiči

18/11/2021

15

Rozhraní ATA-5 (2)

- Provoz režimů s vyšší přenosovou rychlostí než 33 MB/s (**Ultra-DMA 3** a **Ultra-DMA 4**) již vyžaduje použití nového 80vodičového kabelu
- 80vodičový kabel je také vyžadován pro přenosové režimy **Ultra-DMA 5** a **Ultra-DMA 6**, které jsou používány u následujících verzí rozhraní ATA

18/11/2021

16

Rozhraní ATA-6

- Zveřejněno v roce 2000
- Nazýváno také jako **ATA/ATAPI-6** nebo **Ultra-ATA 100**
- Podporuje nový přenosový režim **Ultra-DMA 5** (**Ultra-DMA 100**, **Ultra-ATA 100**) s maximální přenosovou rychlostí 100 MB/s
- Rozšiřuje režim **LBA**, který místo 28bitové adresy používá adresu 48bitovou ⇒ max. velikost pevného disku je 144 PB (Petabyte)

18/11/2021

17

Rozhraní ATA-7

- Nazýváno také jako **ATA/ATAPI-7** nebo **Ultra-ATA 133**
- Podporuje nový přenosový režim **Ultra-DMA 6** (**Ultra-DMA 133**, **Ultra-ATA 133**) s maximální přenosovou rychlostí 133 MB/s

18/11/2021

18

Rozhraní Serial ATA (1)

- Rozhraní Serial ATA (**SATA**) využívá pro přenos informací sériovou sběrnici
- Podobně jako u rozhraní ATA-2 a vyšších je možné k rozhraní SATA připojovat i jiná zařízení než jsou pevné disky (CD-ROM, DVD, ZIP apod.)
- Každé zařízení je k rozhraní SATA připojeno vlastním kabelem, tj. není nutné provádět nastavení Single, Master, Slave, Cable Select

18/11/2021

19

Rozhraní Serial ATA (2)

- Konkrétní rozhraní může integrovat několik kanálů (např. 2, 4, 8), pomocí nichž lze jednotlivá zařízení připojovat
- Propojovací kabel obsahuje 7 vodičů a může být dlouhý až 1 metr (u ATA může být kabel dlouhý cca 45 cm)
- Takovýto kabel umožňuje připojení disku na větší vzdálenost (např. ve větší skřini), lepší manipulaci s kabelem a také lepší proudění vzduchu, tj. lepší chlazení celého počítače

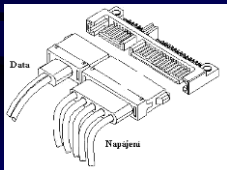
18/11/2021

20

Rozhraní Serial ATA (3)



Datový kabel pro rozhraní ATA a SATA



Konektory pro rozhraní SATA

18/11/2021

21

Rozhraní Serial ATA (4)

- Přenosy dat jsou realizovány diferenciálním způsobem a používají kódování 8b10b:

– **signalizace se společnou zemí:**

vysílač	přijímač
01	01

– **diferenciální signalizace:**

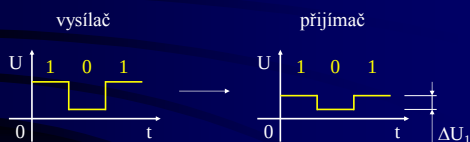
vysílač	přijímač	
01	01	} $\Rightarrow \begin{matrix} 1 - 0 = 1 \\ 0 - 1 = -1 \end{matrix}$
10	10	

18/11/2021

22

Rozhraní Serial ATA (5)

– **signalizace se společnou zemí:**

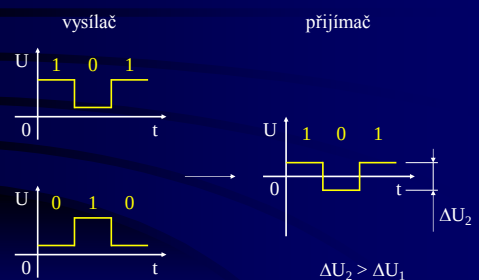


18/11/2021

23

Rozhraní Serial ATA (6)

– **diferenciální signalizace:**



18/11/2021

24

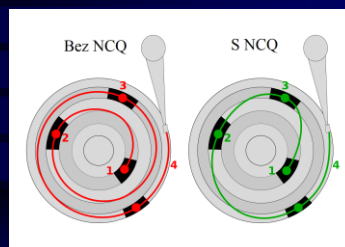
Rozhraní Serial ATA (7)

- Maximální přenosová rychlost rozhraní je:
 - SATA I:** 150 MB/s (1,5 Gb/s, resp. 1,2 Gb/s)
 - SATA II:** 300 MB/s (3 Gb/s, resp. 2,4 Gb/s)
 - SATA III:** 600 MB/s (6 Gb/s, resp. 4,8 Gb/s)
- Přenosy jsou zabezpečeny pomocí CRC
- Rozhraní SATA podporuje tzv. **Hot Plug-In**, tj. připojování (odpojování) zařízení i za chodu počítače
- Podporuje pro řazení příkazů do front (**NCQ** – **N**ative **C**ommand **Q**ueuing):

18/11/2021

25

Rozhraní Serial ATA (8)



18/11/2021

26

Rozhraní Serial ATA (9)

- Zapojení zařízení k rozhraní SATA:



- Rozhraní SATA je zpětně kompatibilní s rozhraními ATA
- Existují adaptéry, pomocí nichž lze připojit ATA zařízení k rozhraní SATA

18/11/2021

27

Rozhraní Serial ATA (10)



HDD pro rozhraní SATA



Detail konektorů

18/11/2021

28

Rozhraní Serial ATA (11)

- Rozhraní SATA:



Rozhraní SATA se dvěma kanály (32-bit PCI)



Rozhraní SATA se čtyřmi kanály (podpora RAID, 64-bit PCI)

18/11/2021

29

Rozhraní Serial ATA (12)

- Adaptér umožňující připojení ATA zařízení k rozhraní SATA:



18/11/2021

30

Rozhraní SCSI (1)

- Cílem rozhraní **SCSI** (Small Computer Systems Interface) bylo vytvořit standardní rozhraní poskytující sběrnici pro připojení dalších zařízení
- První specifikace **SCSI-1** byla uveřejněna v roce 1986
- Tato specifikace definuje 50vodičovou sběrnici, ke které je možné připojit interní i externí zařízení

18/11/2021

31

Rozhraní SCSI (2)

- Prostřednictvím této sběrnice je možné připojovat k počítači rozličná zařízení, např.:
 - pevné disky
 - jednotky CD-ROM
 - páskové mechaniky
 - scannery
 - tiskárny
 - plottery

18/11/2021

32

Rozhraní SCSI-1 (1)

- Standard **SCSI-1** dovoluje připojit ke své sběrnici (o max. délce 25 metrů) až 8 různých zařízení
- Jedno z připojených zařízení musí vždy být vlastní karta s SCSI rozhraním
- Toto rozhraní potom ovládá styk SCSI sběrnice s rozšiřující sběrnici počítače
- SCSI rozhraní může existovat ve formě:
 - zásuvného modulu – karty
 - externě připojitelného modulu přes paralelní port

18/11/2021

33

Rozhraní SCSI-1 (2)

- Sběrnice definovaná v SCSI-1 je 8bitová a dovoluje v asynchronním režimu práci s maximální frekvencí 2 – 3 MHz
- V synchronním režimu je maximální frekvence 5 MHz
- Maximální přenosová rychlost u SCSI-1 je 5 MB/s
- Každé zařízení, které je k SCSI sběrnici připojeno, musí mít nastavené své (jedinečné) **identifikační číslo (ID)**

18/11/2021

34

Rozhraní SCSI-1 (3)

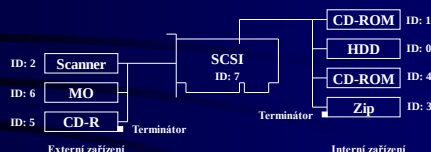
- Každé ID musí být odlišné od identifikačních čísel všech ostatních zařízení
- Identifikační číslo se nastavuje většinou pomocí propojek (jumperů) a je v rozmezí hodnot 0 – 7
- Platí, že:
 - **ID 7** bývá většinou nastaveno na SCSI rozhraní
 - **ID 0** bývá zařízení, ze kterého se zavádí operační systém
- Pozn.: Obojí bývá možné změnit

18/11/2021

35

Rozhraní SCSI-1 (4)

- Zapojení zařízení k rozhraní SCSI:



- SCSI sběrnice musí být na posledních (krajních) zařízeních ukončena tzv. **terminátory (zakončovacími odpory)**

18/11/2021

36

Rozhraní SCSI-1 (5)

- Terminátory realizují **impedanční přizpůsobení** sběrnice a zabraňují tak odrazům signálů od konce vedení
- V opačném případě by se signály odrážely od konce vedení, tím by docházelo k vzájemnému skládání signálů a vzniku stojatých vln
- Nepřítomnost terminátorů by tedy měla za následek nefunkčnost celé SCSI sběrnice

18/11/2021

37

Rozhraní SCSI-1 (6)

- Terminátory lze rozdělit do dvou skupin:
 - **pasivní:**
 - pracují jako odporový dělič napětí
 - používány pouze pro starší (pomalejší) verze SCSI s frekvencí pod 5 MHz
 - **aktivní:**
 - obsahují napěťový regulátor (2,85 V), který udržuje stabilní napětí pro zakončovací odpory
 - určeny pro novější verze SCSI (SCSI-2 a výše) pracující s vyššími frekvencemi

18/11/2021

38

Rozhraní SCSI-2 (1)

- Standard vytvořený v roce 1994
- Zahrnuje následující rysy:
 - **Fast SCSI:**
 - pracuje oproti SCSI-1 s dvojnásobnou frekvencí (10 MHz)
 - šířka přenosu je 8 bitů jako u SCSI-1
 - zachovává původní počet vodičů na SCSI sběrnici, tj. 50 vodičů
 - **Wide SCSI:**
 - rozšiřuje šířku přenosu dat na 16 bitů
 - počet maximálně připojitelných zařízení je rozšířen na 16 (ID 0 – 15)

18/11/2021

39

Rozhraní SCSI-2 (2)

- opět platí, že jedno z připojených zařízení musí být vlastní SCSI rozhraní
- zvětšuje počet vodičů SCSI sběrnice na 68
- zachovává maximální frekvenci na původní hodnotě, tj. 5 MHz
- tato verze SCSI nebyla samostatně prakticky nikdy vyráběna
- Wide SCSI bylo téměř vždy kombinováno dohromady i s verzí Fast SCSI
- Pozn.: Verze SCSI, které pracují s 8bitovou sběrnici, se dnes označují jako **Narrow SCSI**

18/11/2021

40

Rozhraní SCSI-2 (3)

- Zvýšení komunikační rychlosti na SCSI sběrnici si vynutilo i zkrácení celkové délky sběrnice (cca na 3 metry)
- Zavádí podporu pro řazení příkazů do front
- V rámci standardu SCSI-2 byly také vytvořeny dva rozličné principy přenosu dat:
 - **Single-ended SCSI:**
 - každý bit je posílán po jednom vodiči a jeho hodnota je určena napěťovou úrovní signálu (kompatibilní s logikou TTL)

18/11/2021

41

Rozhraní SCSI-2 (4)

- **Differential SCSI:**
 - označován také jako **HVD** – **H**igh **V**oltage **D**ifferential
 - každý bit je posílán po dvou vodičích
 - po jednom vodiči je posílána hodnota tohoto bitu
 - po druhém vodiči je posílána jeho negace
 - zařízení, které tento signál přijímá pak zjistí rozdíl (diferenci) mezi hodnotami přijatými na obou vodičích
 - podle hodnoty tohoto rozdílu určí, zda-li byla posílána hodnota 1 či hodnota 0
 - vzniká tak větší rozdíl v napěťových úrovních mezi hodnotou 0 a 1 a sběrnice je tak méně náchylná k chybám vzniklým okolním rušením, přeslechy mezi vodiči, útlumem na vodiči apod.

18/11/2021

42

Rozhraní SCSI-3 (1)

- Z tohoto standardu vycházejí rozhraní označovaná jako Ultra SCSI
- Ultra SCSI existují ve verzi:
 - **Narrow**: 8bitová sběrnice s možností připojit maximálně 8 zařízení
 - **Wide**: 16bitová sběrnice s možností připojit maximálně 16 zařízení
- Ultra SCSI podporuje i další princip přenosu dat označovaný jako **LVD** (Low Voltage Differential)

18/11/2021

43

Rozhraní SCSI-3 (2)

- LVD pracuje obdobně jako differential SCSI, ale pro přenos jednotlivých signálů jsou používány nižší napěťové úrovně
- Poznámky:
 - single-ended SCSI a differential SCSI nejsou vzájemně kompatibilní
 - LVD SCSI není obecně kompatibilní se single-ended SCSI a ani s HVD SCSI. Existují však zařízení označovaná jako **multi-mode**, která mohou pracovat v režimu single-ended i LVD

18/11/2021

44

Rozhraní SCSI – poznámky

- Rozhraní SCSI:
 - je určeno zejména pro počítače, na které je kladena velká zátěž (počítačové servery)
 - je používáno i u počítačů jiných, než jsou počítače PC (např. Macintosh, Sun, SGI)
 - může být osazeno i v počítači, který již obsahuje rozhraní ATA, resp. SATA
 - může obsahovat více kanálů, které dovolují připojit zařízení k více sběrnicím a zvýšit tak počet maximálně připojitelných zařízení.

18/11/2021

45

Srovnání rozhraní SCSI

	Frekvence [MHz]	Šířka přenosu [bit]	Max. přenosová rychlost [MB/s]	Max. počet zařízení
SCSI-1	5	8	5	8
Fast SCSI	10	8	10	8
Wide SCSI	5	16	10	16
Fast Wide SCSI	10	16	20	16
Ultra SCSI (Fast 20)	20	8	20	8
Ultra Wide SCSI	20	16	40	16
Ultra 2 SCSI	40	8	40	8
Ultra 2 Wide SCSI	40	16	80	16
Ultra 3 SCSI	80 (40 DDR)	8	80	8
Ultra 3 Wide SCSI	80 (40 DDR)	16	160	16
Ultra 320 SCSI	160 (80 DDR)	16	320	16
Ultra 640 SCSI	320 (160 DDR)	16	640	16

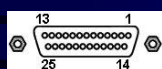
18/11/2021

46

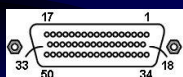
SCSI konektory (1)



- 50-pin Centronics
- používán u starších SCSI rozhraní
- (do 5 MB/s)



- DB25 (Canon)
- používán zejména u počítačů firmy Macintosh



- DB50
- používán u starších počítačů firmy Sun

18/11/2021

47

SCSI konektory (2)



- HD50
- používán u většiny FAST/Narrow SCSI



- HD68
- používán u většiny Fast/Wide SCSI



- SC80
- používán u některých Ultra 2, Ultra 3 SCSI a u většiny Ultra 320 SCSI
- obsahuje i napájení

18/11/2021

48

Rozhraní SCSI – obr. (1)



Dvoukanálové rozhraní
Ultra 320 SCSI
Určeno pro 64-bit PCI



Jednokanálové rozhraní
Ultra 320 SCSI
Určeno pro 64-bit PCI

18/11/2021

49

Rozhraní SCSI – obr. (2)



Jednokanálové rozhraní
Ultra 3 SCSI (Wide/Narrow)
Určeno pro 32-bit PCI



Pevný disk pro rozhraní
Wide SCSI rozhraní

18/11/2021

50

Rozhraní SAS (1)

- **SAS** – Serial Attached SCSI
- Pro komunikaci používá standardní SCSI příkazy
- Jednotlivá zařízení nejsou připojena ke společné sběrnici (jako tomu je u SCSI)
- SAS využívá topologii **point-to-point**:
 - řadič je s každým zařízením propojen pomocí samostatného kabelu (podobně jako u SATA)
- Data jsou přenášena sériově v režimu full duplex

18/11/2021

51

Rozhraní SAS (2)

- Poskytuje přenosové rychlosti:
 - SAS 1.0: 3 Gb/s
 - SAS 2.0: 6 Gb/s
 - SAS 3.0: 12 Gb/s
- Při použití tzv. **expanderů** je možné připojit až 65535 zařízení
- Umožňuje jedno zařízení připojit ke dvěma řadičům (pro případ, že by řadič měl poruchu)
- Není zpětně kompatibilní s SCSI

18/11/2021

52

Rozhraní SAS (3)

- Je zpětně kompatibilní se SATA II, tj. zařízení určené pro SATA II lze připojit k SAS (opačné připojení není možné)
- Používáno zejména u počítačových serverů



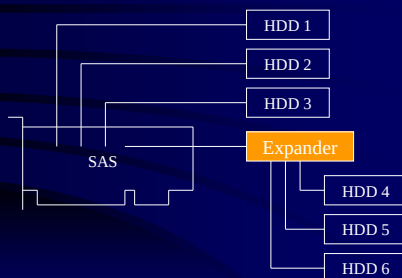
SAS adaptér s 8 porty

18/11/2021

53

Rozhraní SAS (4)

- Zapojení zařízení k rozhraní SAS



18/11/2021

54

Grafická karta (1)

- Grafická karta (**videokarta**, **grafický adaptér**) je zařízení, které zabezpečuje výstup dat z počítače např. na:
 - obrazovku monitoru
 - LCD display
- Většina grafických karet dovoluje práci ve dvou režimech:
 - **textový režim:**
 - režim, který umožňuje zobrazovat pouze předem definované znaky, např.:
 - písmena: A, a, B, b, C, c, ...

18/11/2021

55

Grafická karta (2)

- číslce: 1, 2, 3, ...
- speciální znaky: &, ^, %, ...
- pseudografické znaky: symboly pro vykreslování tabulek
- zobrazované znaky jsou přesně definované pomocí matic bodů a je možné je zobrazovat pouze jako celek
- **grafický režim:**
 - režim, ve kterém jsou informace zobrazovány po jednotlivých obrazových bodech tzv. **pixelech** – Picture Element
 - nepoužívá předem definované znaky
 - může z jednotlivých pixelů vykreslit prakticky „libovolnou“ informaci

18/11/2021

56

Parametry grafických karet (1)

- **Rozlišení v textovém režimu:**
 - počet znaků, které je možné v textovém režimu zobrazit na jednom řádku, a počet řádků, které je možné umístit na obrazovku
 - např. 80×25 , 40×25 , 80×50 znaků
- **Matice znaku:**
 - počet bodů (ve vodorovném a ve svislém směru), ze kterých se může skládat jeden znak v textovém režimu
 - např.: 9×14 , 8×14 , 8×8 bodů

18/11/2021

57

Parametry grafických karet (2)

- **Rozlišení v grafickém režimu:**
 - počet pixelů, které je možné zobrazit v horizontálním a ve vertikálním směru
 - např. 640×480 , 800×600 , 1024×768 , 1152×864 , 1280×720 , 1280×1024 , 1600×900 , 1600×1200 , 1920×1080 , 2048×1536 , 2560×1600 pixelů
- **Počet barev (barevná hloubka):**
 - počet barev, které je možné zároveň zobrazit
 - udává se většinou pouze pro grafický režim
 - např.: 2, 4, 16, 256, 65536, 16,7 mil. barev

18/11/2021

58

Parametry grafických karet (3)

- **Rychlost:**
 - objektivní vyjádření rychlosti grafické karty je problematické a nejednotné
 - udává se jako počet určitých operací, které grafická karta dokáže provést za jednotku času
 - bývá stanovena pouze v (určitém) grafickém režimu
 - např.:
 - 20 mld. pixelů/s
 - 380 mil. trojúhelníků/s
 - 136 mil. vrcholů/s (vrchol značí bod v 3D prostoru)

18/11/2021

59

Parametry grafických karet (4)

- vyjadřuje se také frekvencí:
 - procesoru grafické karty – např. 576 MHz
 - se kterou pracuje její paměť – např. 999 MHz
 - shaderu – např. 1242 MHz
- bývá také udávána např. přenosovou rychlostí mezi procesorem grafické karty a její pamětí (např. 223,8 GB/s)
- pro určení rychlosti grafické karty se velmi často používají různé testovací programy (**benchmarks**)

18/11/2021

60

Parametry grafických karet (5)

- **Shader:**
 - program určený pro zpracování přímo na grafické kartě
 - soubor programových instrukcí, které jsou použity při generování obrazu na základě předem definovaného modelu
 - je zpracováván specializovanými jednotkami GPU, které mohou pracovat s jinou (vyšší) frekvencí než jádro GPU

18/11/2021

61

Parametry grafických karet (6)

- existují různé typy shaderů:
 - **vertex shader:**
 - provádí se pro každý vrchol (vertex) vstupní geometrie
 - jeho účelem je transformovat 3D pozici každého vrcholu ve virtuálním prostoru do 2D souřadnic, na nichž se zobrazí na obrazovce
 - **pixel shader:**
 - provádí se pro každý pixel na obrazovce
 - typicky realizuje výpočet barvy pixelu a aplikaci textur
 - **geometry shader:**
 - provádí úpravu geometrie
 - umožňuje přidávat a odebírat vrcholy
 - používány typicky k doplnění detailů na existujícím modelu

18/11/2021

62

Grafická karta SVGA (1)

- Grafická karta **SVGA** (**S**uper **V**ideo **G**raphics **A**rray) je dnes nejpoužívanější typ grafické karty
- Skládá se z následujících částí:
 - **procesor (GPU – Graphics Processing Unit):**
 - řídí činnost celé grafické karty
 - ovládá rozlišení grafické karty, barevnou hloubku a všechny elementy spojené s vykreslováním pixelů na obrazovku
 - značnou měrou ovlivňuje rychlost celé grafické karty
 - nejznámějšími výrobci jsou nVidia, AMD/ATI, Matrox

18/11/2021

63

Grafická karta SVGA (2)

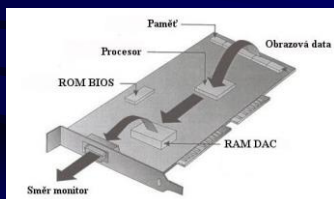
- **paměť (videopaměť, frame buffer):**
 - uchovává informace, ze kterých procesor grafické karty vytváří digitální obraz
 - kapacita videopaměti bývá 1 MB – 16 GB
- **RAM DAC (RAM Digital to Analog Converter):**
 - převodník, který přebírá digitální obraz vytvářený procesorem grafické karty
 - na jeho základě vytváří analogový signál pro monitor
- **ROM BIOS:**
 - základní programové vybavení (firmware) nezbytné pro činnost grafické karty

18/11/2021

64

Grafická karta SVGA (3)

- **Feature Connector:**
 - konektor, který dovoluje propojit grafickou kartu s dalším zařízením, např. s grafickým koprocesorem, s televizní kartou apod.



18/11/2021

65

Grafická karta SVGA (4)

- **Grafický akcelerátor:**
 - označení grafické karty, jejíž procesor je schopen samostatně realizovat některé operace používané v počítačové grafice, např.:
 - vykreslení určitých grafických objektů
 - antialiasing
 - skrytí neviditelných hran v 3D scéně
 - stínování 3D scény
 - přehrávání videosekvencí
 - umožňuje podstatně vyšší výkon, protože není nutné, aby každý pixel, který se má zobrazit na obrazovce, byl vypočítán procesorem počítače

18/11/2021

66

Grafická karta SVGA (5)

- procesor počítače pouze vydá příkaz grafické kartě, co má vykreslit (linku, kružnici, obdélník)
- vlastní výpočet jednotlivých zobrazovaných pixelů provede specializovaný procesor grafické karty
- využití možností grafického akcelérátoru je podmíněno použitím správného programového ovladače, jež je schopen využít všech možností, kterými procesor grafické karty disponuje
- současné karty mají většinou integrovanu i akceleraci (některých) funkcí **DirectX** a **OpenGL**

18/11/2021

67

Grafická karta SVGA (6)

- Procesor grafické karty je propojen s videopamětí pomocí sběrnice, jejíž šířka bývá 32, 64, 128, 256, 384, 448, 512 bitů
- Paměť na grafické kartě bývá realizována jako:
 - **DDR SDRAM**
 - **DDR2 SDRAM**
 - **DDR3 SDRAM**
 - specializovaná paměť určená pro grafické karty:
 - **GDDR-3**
 - **GDDR-4**
 - **GDDR-5**

18/11/2021

68

Grafická karta SVGA (7)

- V minulosti byly používány i jiné typy videopamětí (**DRAM**, **FPM DRAM**, **EDO DRAM**, **SDRAM**, **VRAM**, **SGRAM**, **WRAM**)
- V závislosti na kapacitě této videopaměti a procesoru, který tato karta používá, je možné zobrazovat následující režimy

18/11/2021

69

Grafická karta SVGA (8)

Kapacita video paměti	Max. rozlišení	Barevná hloubka
256 kB	800 × 600	16
512 kB	1024 × 768	16
	800 × 600	256
1 MB	1600 × 1200	16
	1024 × 768	256
	800 × 600	65536
	640 × 480	16,7 mil.
2 MB	1600 × 1200	256
	1024 × 768	65536
	800 × 600	16,7 mil.
3 MB	1600 × 1200	256
	1280 × 1024	65536
	1024 × 768	16,7 mil.
4 MB	1600 × 1200	65536
	1280 × 1024	16,7 mil.
6 MB	1600 × 1200	16,7 mil.

18/11/2021

70

Grafická karta SVGA (9)

- Minimální kapacita videopaměti nutná pro zobrazení konkrétního grafického režimu je dána vztahem:

$$\text{Kapacita video paměti} = H \cdot V \cdot P \quad [\text{B}]$$

- Kde:
 - **H** značí počet pixelů v horizontálním směru
 - **V** značí počet pixelů ve vertikálním směru
 - **P** značí počet bytů nutných pro zobrazení jednoho pixelu

18/11/2021

71

Grafická karta SVGA (10)

- Hodnota parametru P je dána barevnou hloubkou:

Barevná hloubka	Mocnina dvojky	Počet bitů	Počet bytů
16 barev	2 ⁴	4	0,5
256 barev	2 ⁸	8	1
65536 barev	2 ¹⁶	16	2
16,7 mil. barev	2 ²⁴	24	3

- Poznámka (označení):
 - **High Color**: režim s barevnou hloubkou 65536
 - **True Color**: režim s barevnou hloubkou 16,7 mil.

18/11/2021

72

Grafická karta SVGA (11)

- Režimy True Color pracují s barvami uloženými na třech bytech, které odpovídají **modelu RGB**:
 - **1 byte**: udává hodnotu červené složky (Red)
 - **1 byte**: udává hodnotu zelené složky (Green)
 - **1 byte**: udává hodnotu modré složky (Blue)
- K těmto třem bytům se někdy přidává ještě byte čtvrtý, který vyjadřuje hodnotu tzv. **α kanálu**

18/11/2021

73

Grafická karta SVGA (12)

- α kanál již neurčuje žádnou ze základních barev, ale udává míru transparentnosti (průsvitnosti) dané barvy
- Tohoto se využívá zejména při výpočtech třírozměrných scén, kde se jednotlivé objekty mohou překrývat, přičemž jejich povrch je částečně průsvitný $\Rightarrow$ tzv. **α -blending**
- Vysoká kapacita videopaměti bývá v současné době využívána zejména při zobrazování 3D scén, např. pro:

18/11/2021

74

Grafická karta SVGA (13)

- **Z-buffer**:
 - algoritmus vyžadující dodatečnou paměť pro skrytí neviditelných hran objektů
- **double buffering**:
 - technika, kdy videopaměť je rozdělena do dvou částí
 - jedna část vždy obsahuje informace, které se právě zobrazují (např. spočítaný snímek pohyblivé 3D scény)
 - ve druhé části může probíhat výpočet následujícího snímku
 - poté, co je další snímek spočítán, dojde k rychlému přepnutí těchto oblastí, tj. z druhé oblasti se informace zobrazují a v první nyní probíhá výpočet

18/11/2021

75

Grafická karta SVGA (14)

- Grafické karty se v minulosti připojovaly do počítače prostřednictvím rozšiřující sběrnice (PC-bus, ISA, MCA, EISA, VL-bus, PCI)
- Dnes jsou grafické karty připojovány nejčastěji pomocí sběrnice **PCIe**, popř. speciálního portu **A.G.P.** (**A**ccelerated **G**raphics **P**ort)
- Port A.G.P. umožňoval (ve své době) vyšší přenosové rychlosti a komunikace mezi grafickou kartou a procesorem nebyla rušena jinými zařízeními (umístěnými na rozšiřující sběrnici PC bus – PCI)

18/11/2021

76

Grafická karta SVGA (15)

- Současné grafické karty bývají vybaveny:
 - výstupem na analogový monitor (DE-15)
 - digitálním výstupem na LCD panel (DVI)
 - televizním výstupem
 - konektorem HDMI pro připojení TV, DVD apod.
 - DisplayPortem pro digitální zobrazovací jednotku
- Kromě televizního výstupu mají některé grafické karty také integrovaný video vstup pro připojení např. videopřehrávače, kamery, ...
- Existují i grafické karty, které jsou osazeny televizním tunerem určeným pro příjem televizního signálu

18/11/2021

77

Grafická karta SVGA (16)

- Pomocí sběrnice PCI Express je možné do počítače zapojit dvě (popř. více) grafických karet, které budou pracovat paralelně a budou produkovat jeden společný výstup
- Technologie dovolující toto zapojení se označuje jako **SLI** (**S**calable **L**ink **I**nterface)
- Pro využití technologie SLI jsou zapotřebí:
 - základní deska umožňující zapojení dvou grafických karet
 - dvě identické grafické karty podporující SLI
 - můstkový konektor k propojení grafických karet

18/11/2021

78

Grafická karta SVGA (17)



Zapojení dvou grafických karet pomocí technologie SLI



Můstkový konektor

18/11/2021

79

Grafická karta SVGA (18)



Grafická karta MSI s procesorem nVidia TI 4600 (A.G.P.)

Grafická karta MSI s procesorem nVidia FX 5800 (A.G.P.)



18/11/2021

80

Grafická karta SVGA (19)



Grafické karty pro sběrnici PCI Express x16

18/11/2021

81