

Grafické adaptéry a monitory

Obsah přednášky

- Generace grafických adaptérů.
- Principy AGP.
- Rozhraní monitorů.
- Principy tvorby barev.
- Organizace video paměti.
- Nově technologie výroby monitorů.

Vývojové stupně grafických adaptérů

- **Kriteria:** umístění video paměti, kapacita video paměti, režimy činnosti (textový/grafický), způsob řízení monitoru (číslicové/analogové), možnost vkládání znakových sad (fontů), systémová sběrnice
- **1. generace grafických adaptérů**
časové vymezení – r. 1984 – 1987 (první typy PC XT)
grafický adaptér součástí systémové desky, včetně video paměti,
video paměť do kapacity 64 kB
pouze textový režim,
nebyla možnost definovat vlastní znakové sady,
zobrazení černobílé

Vývojové stupně grafických adaptérů

- 2. generace grafických adaptérů
časové vymezení – r. 1987 – (PC XT)
grafický adaptér - samostatná komponenta (deska) komunikující s procesorem přes konektor systémové sběrnice
pomalá systémová sběrnice (4,77 MHz),
systémová sběrnice - předchůdce sběrnice ISA (stejná konstrukce konektoru – pouze 8 bitové datové přenosy)
video paměť – do kapacity 256 kB
velikost paměti nedovolovala pracovat v grafickém režimu,
zobrazení černobílé,
nemožné definovat znakové sady, pouze možné vyměnit paměť PROM, pokud byla v patici,
- Situace - tlak na to, aby:
 - 1) grafický adaptér uměl kvalitní grafický režim,
 - 2) byla k dispozici rychlejší systémová sběrnice.

Vývojové stupně grafických adaptérů

- 3. generace grafických adaptérů
grafický adaptér ve sběrnici ISA
klasická konfigurace - video paměť kapacity 2 MB
barevné zobrazení – text i grafika,
sběrnice ISA pomalá – tlak na snížení objemů dat přenášených
mezi operační pamětí a video pamětí na grafickém adaptéru,
řešení - zabudování grafického procesoru do grafického adaptéru
(zvýšení ceny),
analogové řízení monitoru – zvýšení počtu barev,
- Situace - tlak na to, aby:
 - 1) byla k dispozici rychlejší systémová sběrnice (ISA zcela nevyhovovala),
 - 2) zvýšila se kvalita barevného zobrazení,
 - 3) byla k dispozici dokonalejší grafika.
- Naplnění bodů 2) a 3) – zvýšení kapacity paměti.

Vývojové stupně grafických adaptérů

- 4. generace grafických adaptérů
grafický adaptér ve sběrnici PCI,
výrazné zrychlení systémové sběrnice: ISA - 8 MB/s, PCI – 132 MB/s,
pokud navíc grafický procesor – výrazné zrychlení,
velikost video paměti – běžně 8 MB,
kvalitní barevné monitory,
analogové řízení monitoru – vysoký počet barevných odstínů – 2^{18} ,
nevýhoda: rychlost sběrnice PCI byla sdílena více PCI klienty (stejně jako u předcházejících systémových sběrnic).
- Situace – tlak na to, aby:
 - 1) se zvýšila rychlost systémové sběrnice,
 - 2) bylo možné více využívat operační paměť.

Souvislost velikosti video paměti a její souvislost s rozlišením

Rozlišení	Velikost video RAM
640 x 480	1 MB
800 x 600	1,5 MB
1024 x 768	2 MB
1152 x 864	2,5 MB
1280 x 1024	3 MB
1600 x 1200	4 MB

Příklady parametrů graf. adaptérů ve sběrnici ISA

Rozlišení	Snímková synchronizace [Hz]	Řádková synchronizace [kHz]
640 x 480	60	31,5
640 x 480	72	37,8
800 x 600	75	46,9
800 x 600	85	53,7
1024 x 768	75	60,0
1024 x 768	85	68,8
1152 x 864	85	77,6
1280 x 1024	75	80,0
1280 x 1024	85	91,2

Vývojové stupně grafických adaptérů

- 5. generace grafických adaptérů

Řešení problémů předcházející generace grafických adaptérů – sběrnice AGP.

Označení „AGP sběrnice“ není správné, protože jde o spojení point-to-point. Základní rys sběrnice AGP: dedikovaná a rychlá sběrnice.

Šířka pásma – 4x vyšší než sběrnice PCI (533 MB/s oproti 133 MB/s).

Adresová část je oddělena od datové – není sdílení (kvůli rychlosti) – viz PCI.

Další cesty ke zvýšení rychlosti:

1) zřetězené adresování

2) sideband addressing (postranní adresování)

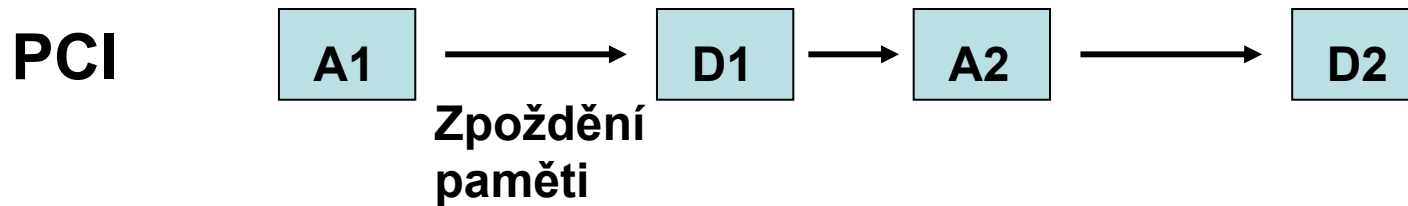
Obě techniky jsou známy jako **Direct Memory Execute (DIME)**.

AGP je rozšířením sběrnice PCI – najdeme tam stejné signály + signály další.

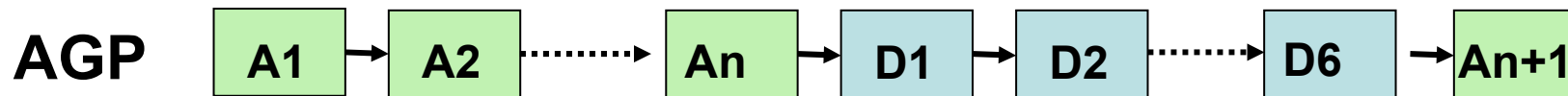
Důvody pro přechod z PCI na AGP - shrnutí

- Sběrnice PCI byla využívána dalšími klienty.
- Grafická data se zpracovávají procesorem a jsou pak uložena v operační paměti, jsou však uložena také ve video paměti na grafické kartě – neekonomické.
- Kapacita video paměti na grafickém adaptéru nemusela pro náročné grafické aplikace stačit.
- Na systémové desce je nainstalována operační paměť velké kapacity – proč nevyužívat tuto paměť grafickým adaptérem?
- Zvyšování kapacity video paměti – zbytečný náklad.
- Sběrnice PCI se 133 MB/s přestala svou rychlostí stačit.
- Výsledek – grafický adaptér posazený do rychlé a dedikované sběrnice a využívající operační paměť pro grafické účely je logický.

Zřetěžené adresování - komentář



Po získání dat z adresy A1 se teprve může generovat adresa A2 (toto není zřetěžené zpracování).



Adresy jsou generovány a přenášeny zřetěženě, bezprostředně za sebou, data jsou pak čtena postupně.

Po přenesení D6 – přenos dalších adres a následně pokračování dalších datových přenosů.

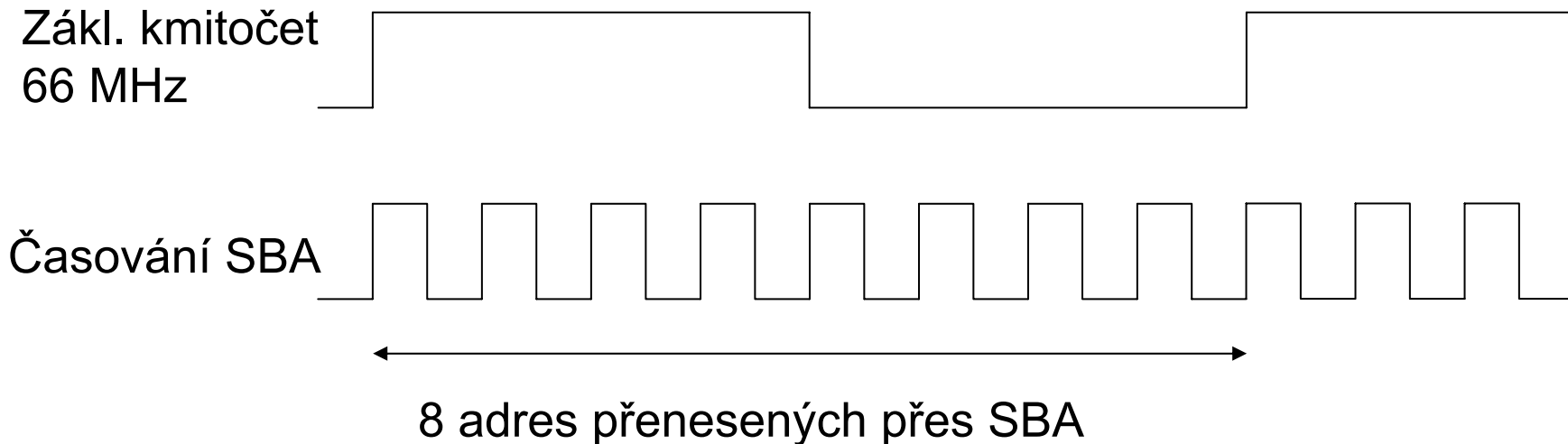
Sideband Addressing

- AGP využívá další bity adresy – 8 bitů SBA (Sideband Addressing).
- Těchto 8 bitů adresuje oblast operační paměti, kde jsou uložena grafická data v době, kdy se realizují datové přenosy z adres zadaných v předcházejícím cyklu, touto rychlostí se i přenášejí přes AGP.
- *Představa: v rozhlase hrají na přání, mezitím se v „regálech“ hledá další skladba, která bude hrána na přání. V okamžiku, kdy se má hrát, má ji operátor k dispozici a může se začít vysílat (přenášet).*
- Obdobně: v okamžiku, kdy se mají data začít přenášet z operační paměti přes sběrnici AGP do video paměti, jsou již na straně operační paměti k dispozici.
- Pokud by nebylo SBA – proces čtení by se zahájil teprve po přenosu.
- Výsledek: jedna data se přenášejí přes sběrnici AGP, další data se čtou z operační paměti.
- Existence Sideband Addressing – možnost realizovat rychlosti AGP 4X a AGP 8X.

Verze AGP podle rychlosti

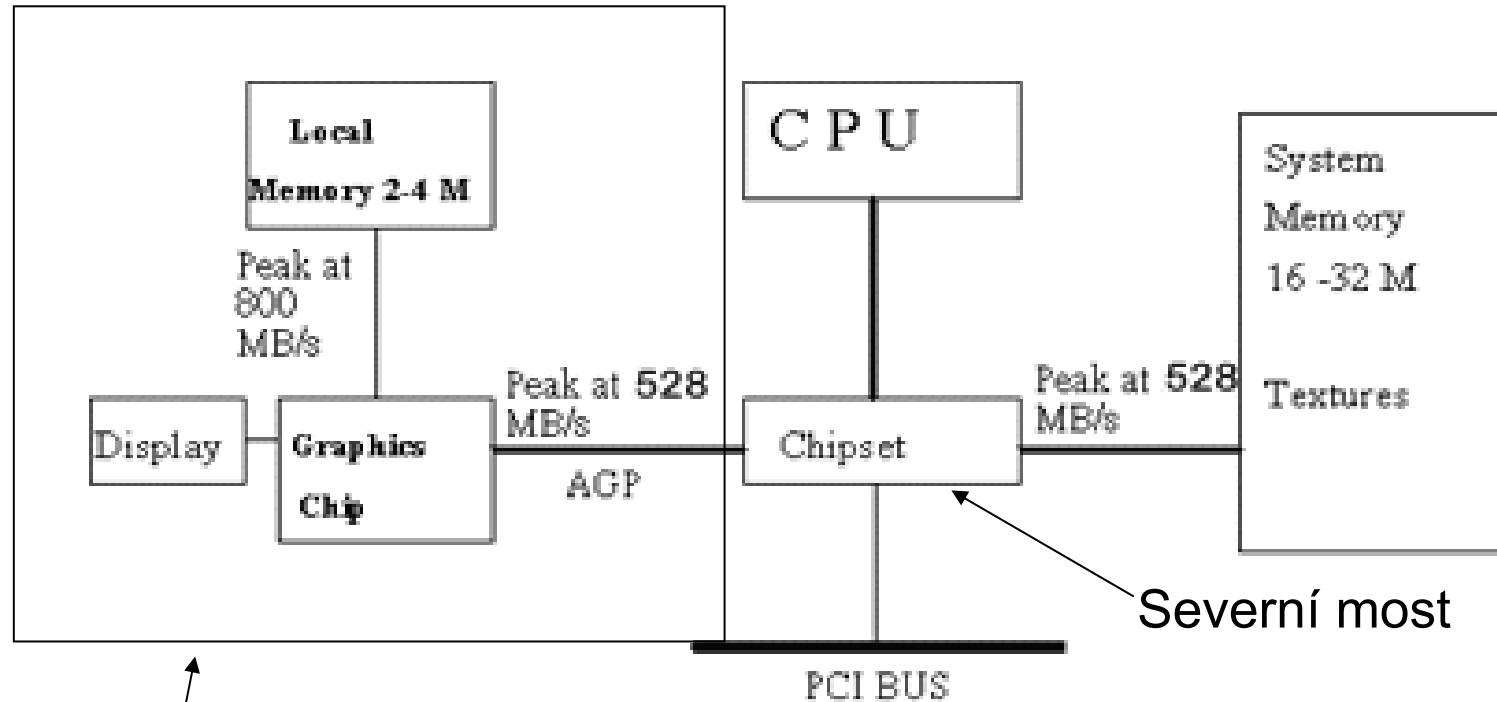
- **Rychlost PCI:** kmitočet 33 MHz, šířka toku 32 bitů → rychlost sběrnice PCI – 132 MB/s
- **AGP 1X** – kmitočet 66 MHz, šířka toku 32 bitů → rychlost AGP – 264 MB/s, v rámci periody synchronizačního pulsu je přenos realizován jednou.
AGP 2X - kmitočet 66 MHz, šířka toku 32 bitů → rychlost AGP – 528 MB/s, v rámci periody synchronizačního pulsu je přenos realizován dvakrát – od obou hran, tzn. kmitočet přenosů 132 MHz.
- **AGP 4X** - kmitočet 66 MHz, šířka toku 32 bitů → rychlost AGP – 1056 MB/s (1,07 GB/s), v rámci periody synchronizačního pulsu je přenos realizován 4x – využití sideband addressing, kmitočet přenosů – 256 MHz.
- **AGP 8X** - kmitočet 66 MHz, šířka toku 32 bitů → rychlost AGP – 2128 MB/s (2,1 GB/s), v rámci periody synchronizačního pulsu je přenos realizován 8x – využití sideband addressing, kmitočet přenosů – 532 MHz.
- **Další parametr – snižování napájecího napětí** (snižování energetické náročnosti) → snižování rozdílu mezi logickými úrovněmi → zvyšování rychlosti přepínání elektronických prvků.

AGP 8X – časový diagram



Přes SBA jsou adresována další paměťová místa, stejným kmitočtem jsou data přenášena z operační paměti do video paměti na grafickém adaptéru.

AGP – architektura



Grafický adaptér

Grafický procesor (čip) má schopnost číst grafická data ze systémové paměti rychlostí 528 MB/s – AGP 1x.

Je to obdoba DMA.

Sběrnice PCI Express a grafický adaptér

- 6. generace grafických adaptérů

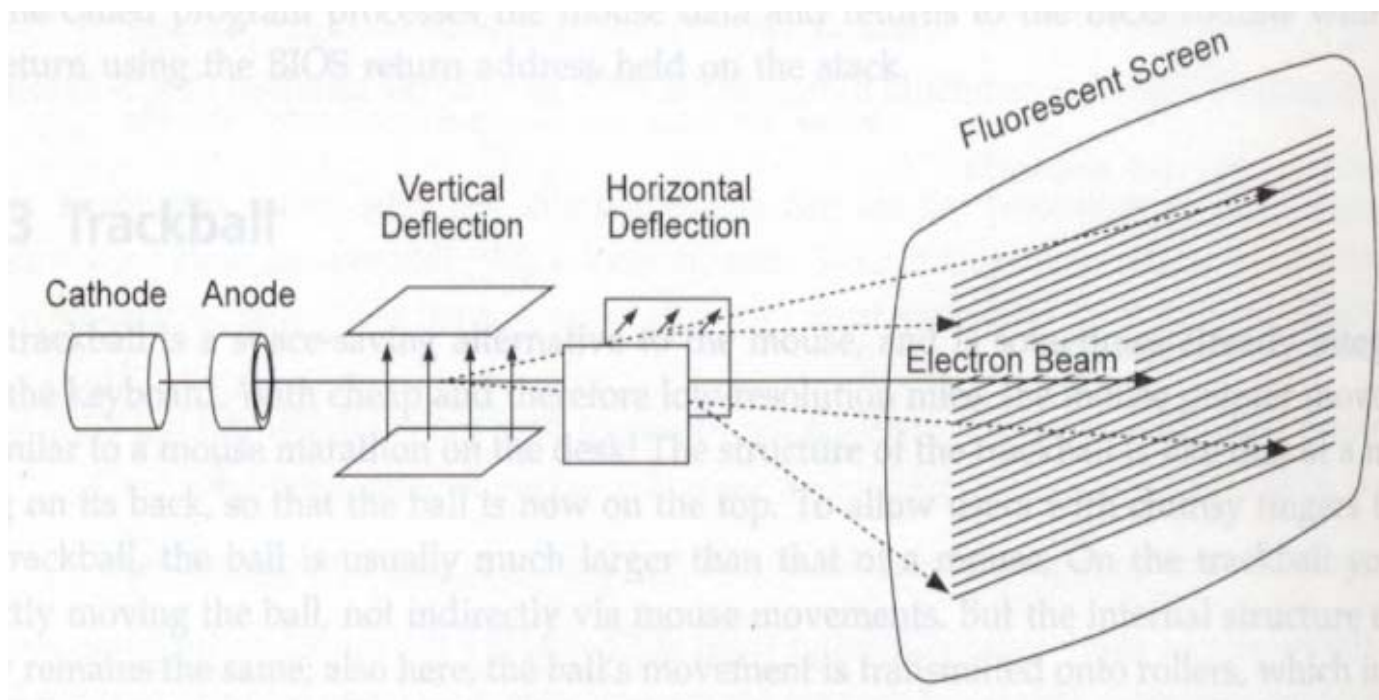
Základní myšlenka: realizace spoje point-to-point vícekrát – viz následující tabulka, počet za symbolem „x“ reprezentuje počet spojů. Každý spoj je obousměrný a je dedikovaný.

Typ	Počet spojů	Počet vývodů	MB/s	využití
x1	1	4	500	zařízení
x2	2	8	1000	zařízení
x16	16	64	8000	grafická karta

Rozhraní monitorů, principy tvorby obrazu

- Veškerá činnost monitoru je řízena grafickým adaptérem, monitor nemá žádnou schopnost autonomní činnosti.
- Grafický adaptér musí poskytovat monitoru synchronizační signály (horizontální a vertikální) a informaci o barvě bodů – žádné další signály monitor nepotřebuje.
- Informace o barvě bodů: **černobílé zobrazení**
signál o barvě bodu má jednu ze dvou hodnot, touto informací je ovládáno napětí na anodě, tím se řídí rychlost emitovaného svazku elektronů – svazek je buď urychlen nebo nikoliv, po dopadu na obrazovku se bod rozsvítí nebo nerozsvítí – v závislosti na energii svazku, takto je to v monitoru, který zobrazuje černobíle.
- Jak je to v černobílém televizoru?
signál, jímž je řízeno urychlení svazku elektronů je analogový – podle úrovně signálu se zrychlí svazek elektronů – na obrazovce se zobrazí různá úroveň šedi.

Monitor zobrazující černobíle

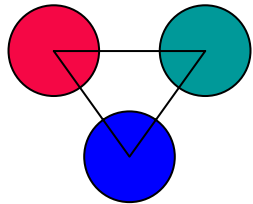


Svazek elektronů je napětím na anodě urychlován a dopadem na obrazovku rozsvěcuje/nerozsvěcuje body na obrazovce – vzniká obraz.

Katoda spolu s anodou jsou označovány pojmem „elektronové dělo“.

Anglický termín – Cathode Ray Tube (CRT)

Princip barevného zobrazení na monitoru CRT



Jeden barevný bod se skládá ze tří bodů menších – R, G, B – ty září červeným, zeleným nebo modrým světlem.

Barevné body leží velmi blízko sebe – naše oko to nerozezná – výsledkem je barva vzniklá aditivním smícháním těchto základních barev.

Barevný monitor CRT má pak 3 elektronové svazky (elektronová děla), každý z nich dopadá na „svůj“ barevný bod.

Pokud je reprezentace o barvě digitální –konkrétní barevná složka se podílí/nepodílí na tvorbě výsledné barvy (viz tabulka na následující straně).

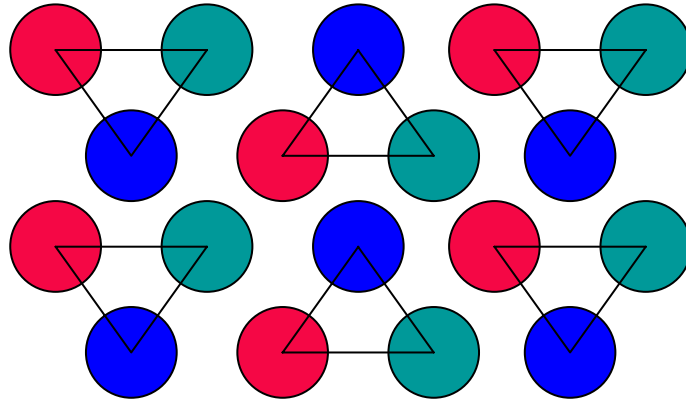
Reprezentace o barvě je analogová – pak konkrétní barevná složka má různou úroveň jasu – výsledkem je značný počet barev daný počtem bitů, jímž je konkrétní barva reprezentována.

Digitální řízení monitoru

Princip – barevná složka se ve výsledné barvě uplatní/neuplatní – pouze 8 možných barev.

Základní barvy	Výsledné barvy
žádná	černá
červená	červená
modrá	modrá
červená, modrá	magenta
zelená	zelená
červená, zelená	žlutá
modrá, zelená	šedá
červená, modrá, zelená	bílá

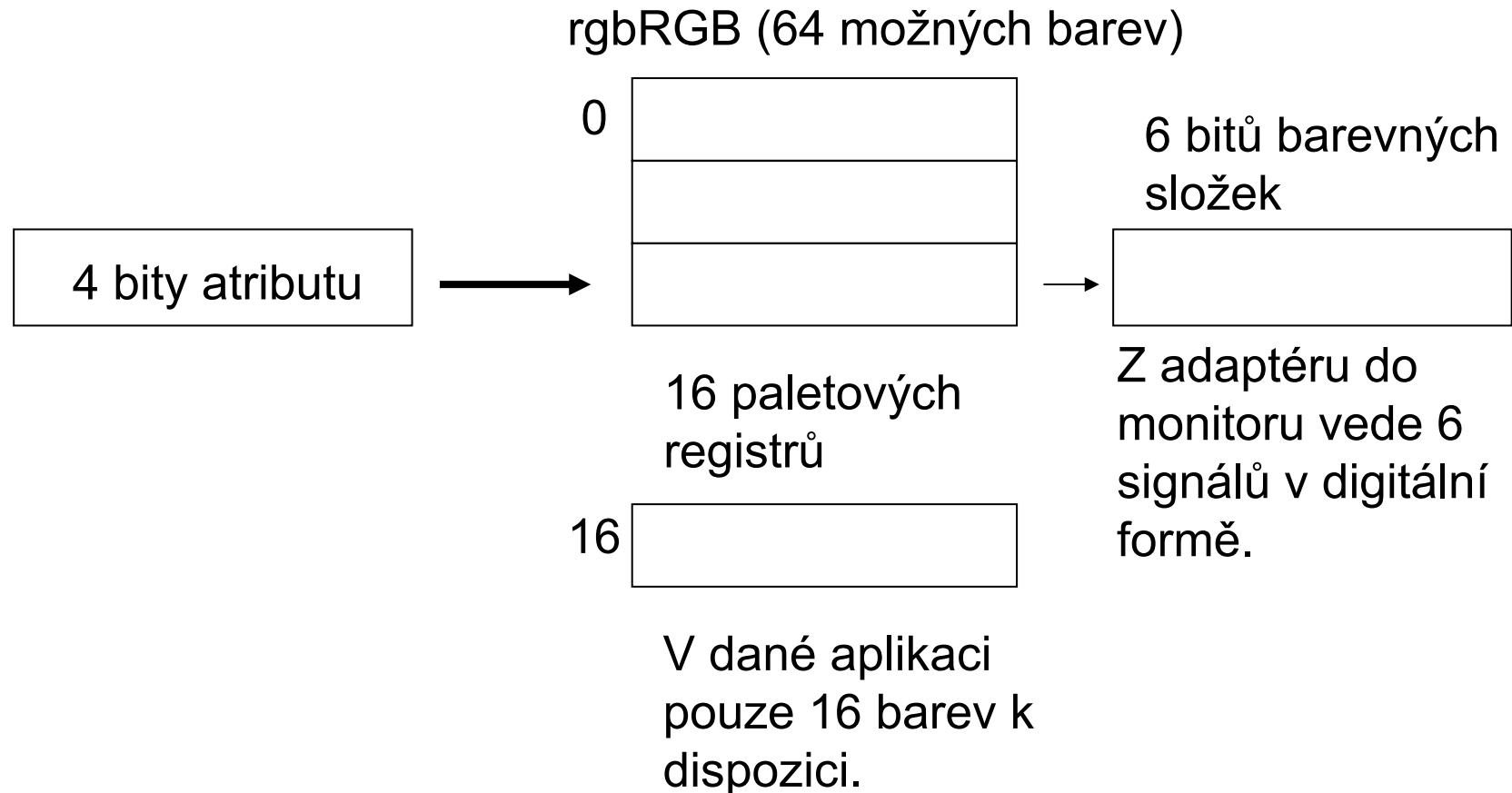
Tvorba barvy



3 elektronová děla – výsledný barevný vjem je dán neschopností rozpoznat samostatné barevné body – nedokonalost našeho oka.

Historie tvorby barev

- Paměťové možnosti grafického adaptéru – možnosti uplatnění barev.
- Adaptér EGA – pojem paletového registru

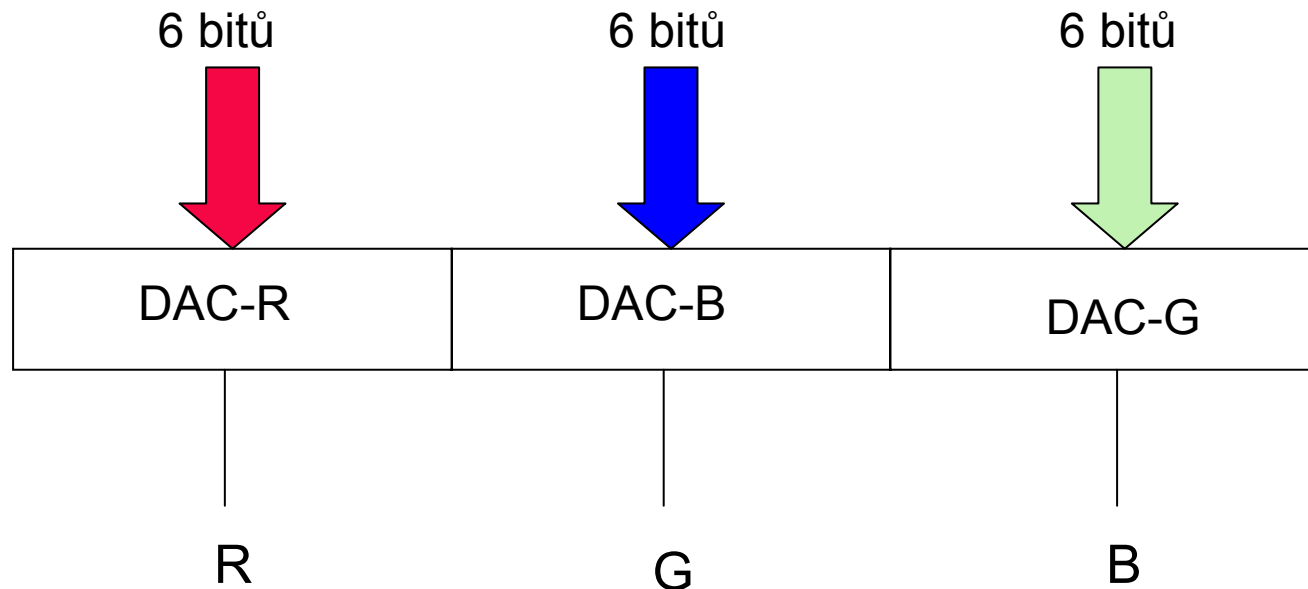


Jak je to ve VGA a SVGA

- **VGA** (Video Graphics Array)
256 paletových registrů – každý šířky 18 bitů, každá barva 6 bitů.
V konkrétní aplikaci bylo k dispozici 256 barev z 262 144 možných.
- **SVGA** (Super VGA)
Každá barva – 8 bitů, možnosti zobrazení závisely na paměťových možnostech grafického adaptéru.
Pokud všechny možné kombinace – pak až 16 mil. barev.
- **Pojmy**
SVGA – rozlišení "800 x 600"
XGA – rozlišení "1 024 x 768"

Č/A převodník

- Převádí binární informaci o barvě na analogovou hodnotu.
- Ta je vedena do monitoru kabelem a touto hodnotou je řízeno urychlení elektronového svazku.



Reprezentace 1 barvy - 6 bitů → celkem 2^{18} barev

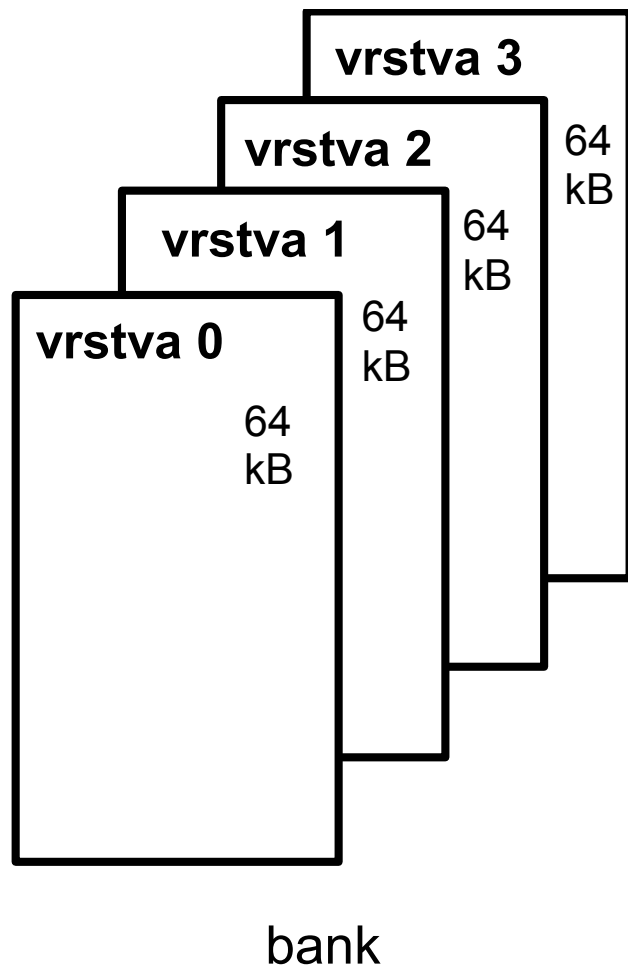
Jiná alternativa – 8 bitů/barvu → celkem 2^{24} barev

Řešení problémů s kapacitou video paměti

- Velikost video paměti – parametr ovlivňující kvalitu zobrazení.
- Potřebná kapacita se odvíjí od:
rozlišení – vyšší rozlišení, vyšší kapacita
počtem bitů pro zobrazení barvy bodu
- Příklad: černobílý monitor pracující s grafikou, grafický adaptér Hercules
informace o bodu (pixelu) – 1 bit (svítí/nesvítí)
rozlišení 720 x 348 bodů – 90 slabik paměti /jeden rastrovací řádek grafiky,
v grafickém režimu stačí 32 kB video paměti – bezproblémové řešení, na adaptéru Hercules byly dvě stránky pro grafiku – celkem 64 kB.

Zvýšení požadavků na video paměť

- Tato situace nastala v grafickém adaptéru EGA (4 bity na 1 pixel).



Ze strany procesoru byla video paměť adresována v rozsahu A0000H – BFFFFH – rozsah 64 kB.

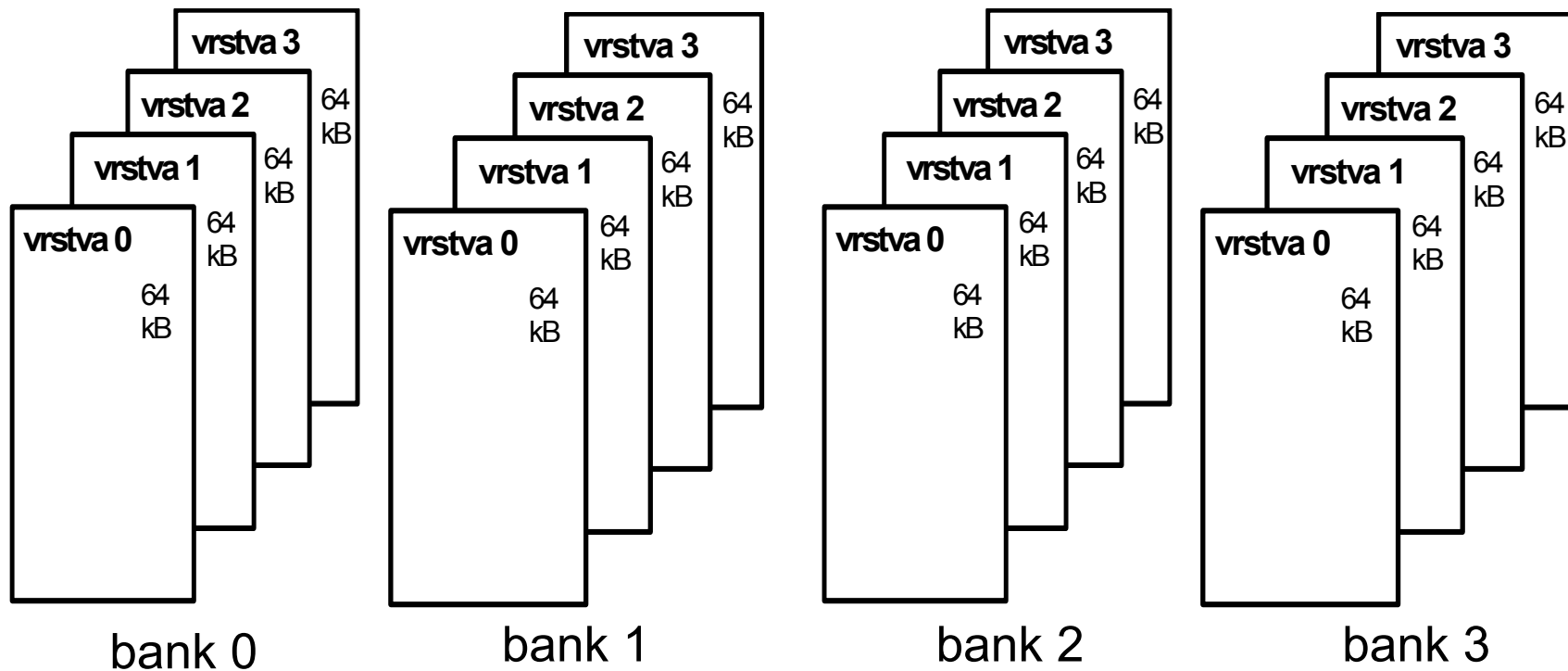
Kapacita požadovaná byla 256 kB.

Řešení: video paměť byla rozdělena na banky (jeden bank – 64 kB).

4 banky kapacity 64 kB tvořily 256 kB, adresovalo se v rámci 64 kB, četla se jedna slabika z každého banku, celkem 32 bitů paralelně – vnitřní sběrnice adaptéru byla 32 bitů.

Řešení problému, jak se pracovat s pamětí, jejíž kapacita je větší než adresovací prostor.

Organizace video paměti s vyšší kapacitou



Přes adresový prostor 64 kB se dostaneme na 1 MB.

Dnes adresace přes AGP – popisovaný problém neexistuje.

Moderní typy monitorů

- LCD monitory
LCD – Liquid Crystal Monitor
- Dva typy:
s pasivní maticí (nižší cena, nižší kvalita barev)
s aktivní maticí (vyšší cena, vyšší kvalita barev)
- Oba typy LCD monitorů – tekutý krystal je umístěn mezi dvěma vrstvami skla.
- Komponenty LCD obrazovky: zdroj světla – tekutý krystal – barevný filtr.
- Přiložení napětí na tekutý krystal – nastává polarizace a propouštění světla – závislost na velikosti napětí.
- Napěťové pulsy vysílané v přesném časovém sledu – ovládání, kolik světla má propustit tekutý krystal.

LCD monitory

- Pasivní matice:
první vrstva skla – vodorovné elektrodové čáry
druhá vrstva skla – kolmé elektrodové čáry
Trojbody obrazu se vytvářejí na průsečících elektrod.
Polarizace tekutého krystalu je řízena napětím na elektrodách.
- Aktivní matice: řízení vkládání napětí třemi transistory pro každý bod na obrazovce, cena je tudíž výrazně vyšší.
Označení těchto monitorů termínem TFT – Thin Film Transistor.
- Problém pasivních matic – jsou pomalé.
- Nové technologie pasivních matic: CSTN, DSTN, HPA – srovnatelná rychlost s aktivní maticí.
- CSTN – Colour Super-twist Nematic
- DSTN - Double-layer Supertwist Nematic
- HPA – High Performance Addressing