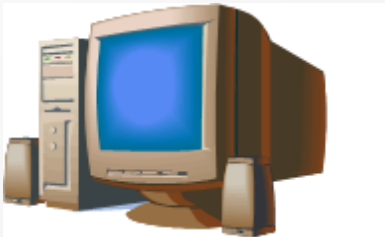


# Aplikačný SW

HW



# História



- 40-te roky – počítače tvorené elektrónkami a relé – prvá generácia 1943 - ENIAC (Electrical Numerical Integrator and Calculator) 167 m<sup>2</sup>, 30 t, 160 kW.
- 50-te roky – využitie tranzistorov – počítače druhej generácie Programovacie jazyky vyššej generácie – COBOL, FORTRAN (1954)
- 60-te roky – využitie integrovaných obvodov (prvý v roku 1958) – tretia generácia. Programovacie jazyky BASIC, PASCAL

# História



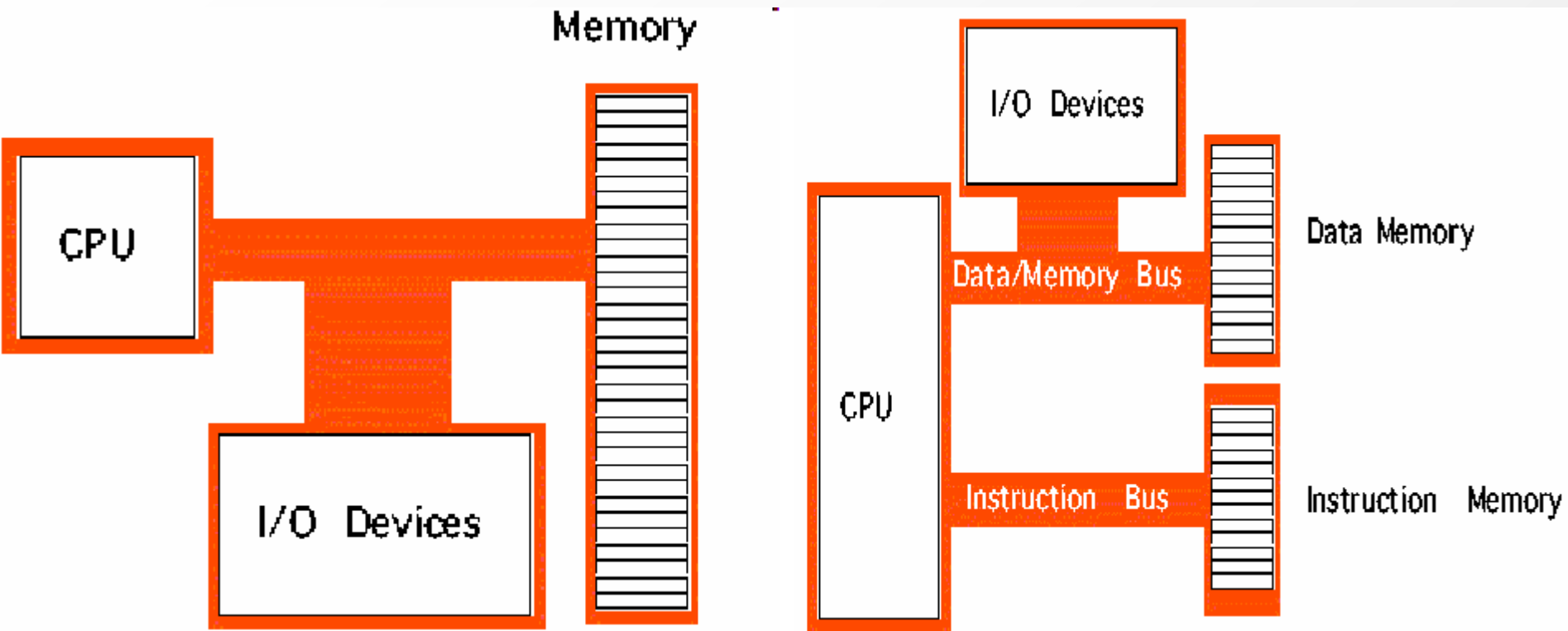
- 70-te roky – variabilita využitia, miniaturizácia, prenosné disky (z počiatku ako FD) – štvrtá generácia - doteraz
  - 1981 – prvá „skladačka“ od IBM – využitie komponentov rôznych výrobcov.
  - 1981 – modem,
  - 1982 – myš,
  - 1983 – prvé audio CD... Atd'.
  - 1971 – UNICS -> UNIX
  - 1981 MS-DOS – rozhodujúci kontrakt s IBM,
  - 1990 MS-Windows 3.0 1991 – Linus Torvald začiatok vývoja Linuxu
  - Prog. Jazyky C (1973), C++ (1983)...

# Internet

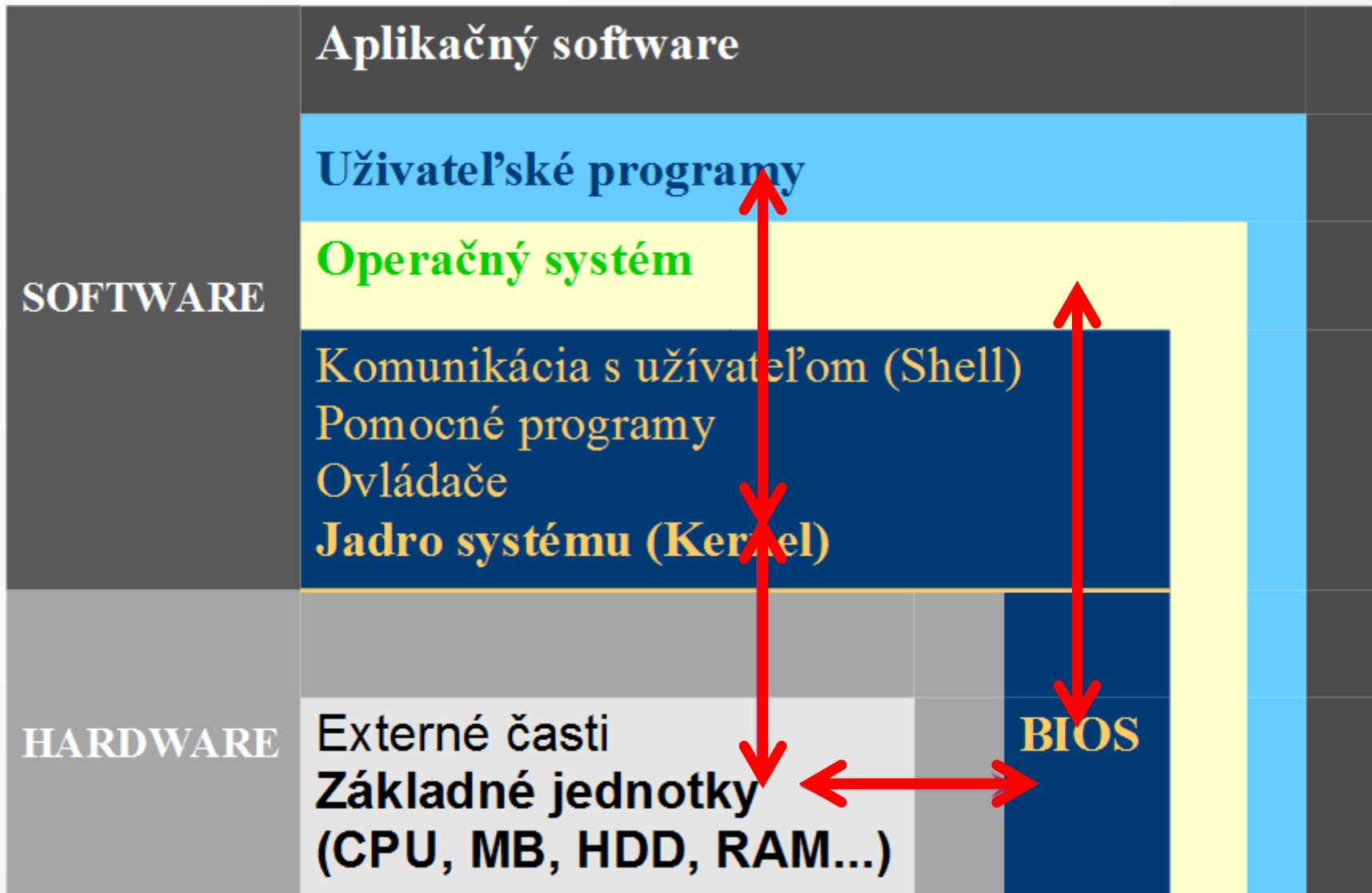


- 1965 – ARPAnet zo siete DARPA net (Defense Advanced Research Projects Agency Net) Internet – pôvodne akademická sieť - jeden z prvých uzlov CERN
- WWW – prvá stránka v roku 1990 <http://nxoc01.cern.ch/hypertext/WWW/TheProject.html>
- Prvý webserver na Slovensku <http://www.dnp.fmph.uniba.sk>

# Princetonska (von Neumannova) vs. Harvardská (Aikenova) architektúra



# Štruktúra SW & HW



# bit vs. byte



- bit – najkratšia jednotka informácie 1 alebo 0 násobky kb, Mb... Štandardne sa udáva pri prenosových rýchlostiach.
- Byte – „slovo“ z 8 bitov Násobky – kB, MB... 1kB = 1024 B. Štandardne slúži ako informácia o kapacitách a veľkosti dát.
- Pre zjednodušenie využitie 16-tkovej sústavy (hexadecimálnej) 0,1,2...9,A,B...F
- Prevod z 10-tkovej sústavy do 16-tkovej  $209(10) = 13 \times 16 + 1 = D1(16)$
- Takže byte (8bitové slovo) môže nadobúdať hodnoty od 0000 0000 po 1111 1111 čo zodpovedá škále od 0 po 255 v 10tkovej sústave, resp. 00 po FF v hexadecimálnej..

# Binárna reprezentácia



Pre úplnosť zopakujeme:

Vyjadrenie v desiatkovej sústave

$$257.76 = 2 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 7 \times 10^0 + 7 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

Vyjadrenie v binárnej forme

$$(1011.0011)_2 = \left( \begin{array}{l} (1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0) \\ + (0 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4}) \end{array} \right)_{10}$$
$$= 11.1875$$

$$(0.1875)_{10} = 0.125 + 0.0625$$

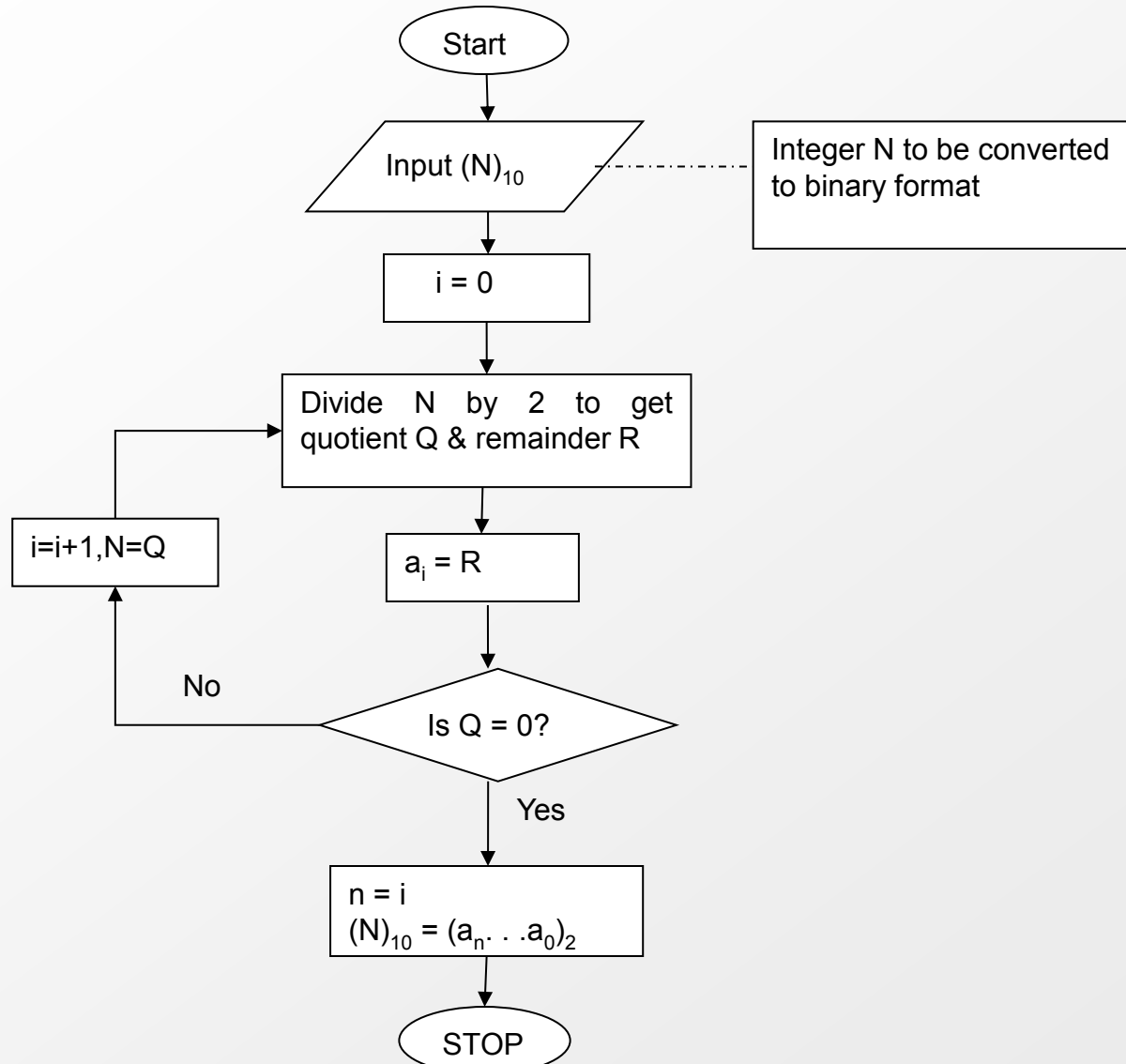
$$= 2^{-3} + 2^{-4}$$

$$= 0 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4}$$

$$= (.0011)_2$$



# Algoritmus prevodu $10 \rightarrow 2$



# Prevod desatinného čísla



Pokúsme sa previesť napr. 3.625

$$(3)_{10} \rightarrow (11)_2 \text{ (triviálne)}$$

$$(0.625)_{10} \rightarrow (???)_2$$

0.625 môžeme odpočítať 0.5 ( $=2^{-1}$ )? Áno (1)

0.125 môžeme odpočítať 0.25 ( $=2^{-2}$ )? Nie (0)

0.125 môžeme odpočítať 0.125 ( $=2^{-3}$ )? Áno (1)

Ostala nám 0

$$(0.625)_{10} \rightarrow (.101)_2$$

$$(3.625)_{10} \rightarrow (11.101)_2 \text{ (numerická binárna forma)}$$

# Iný spôsob prepočtu



$$(0.625)_{10} \rightarrow (???)_2$$

$$0.625 * 2 = 1.25 \text{ (celočíselná časť } \mathbf{1}, \text{ zvyšok } 0.25)$$

$$0.25 * 2 = 0.5 \text{ (celočíselná časť } \mathbf{0}, \text{ zvyšok } 0.5)$$

$$0.5 * 2 = 1 \text{ (celočíselná časť } \mathbf{1}, \text{ zvyšok } 0)$$

$$(0.625)_{10} \rightarrow (0.101)_2$$

# Floating point reprezentácia



Poznámka na okraj:

$(3.625)_{10} \rightarrow (11.101)_2$  (numerická binárna forma)

Floating point reprezentácia je samozrejme odlišná

Ako teda bude 3.625 použité v 32 bit float premennej?

# Floating point reprezentácia



$(3.625)_{10} \rightarrow (11.101)_2$  v 32 bit reprezentácii.:

1. bit znamienko (kladné = 0), 8 bitov exponent, 23 bitov mantisa

1) Normalizácia na jedno celé číslo  $1.1101 \times 2^1$ .

(podobne ako keď v 10tkovej napíšeme  $123 = 1.23 \times 10^2$ )

2) K exponentu sa pripočíta 127 a prevedie sa do binárnej formy

$(1+127)=(128)_{10} = (10000000)_2$

Pripočítanie umožní zapísať aj čísla so záporným exponentom

Vďaka tomu zapíšeme čísla od  $1.xx \times 2^{-127}$  po  $1.xx \times 2^{129}$

(napr.  $1.xxx \times 2^{-1}$  má exponent  $(-1+127)=(126)_{10} = (01111110)_2$ )

3) Časť za desatinnou bodkou sa uloží do mantisy

3.625 je potom reprezentované ako:

0 **10000000** **110100000000000000000000**

# Obmedzenie vyplývajúce z počtu bitov



A už sa nám črtá schovaný problém?

Mnohé čísla nie je možné zapísať pomocou dvojkovej sústavy s konečným, resp. aspoň dostatočným množstvom bitov.

Príklad  $1/3 = 0.3333333333\dots$  (nevieme ani v 10tkovej sústave)

$$(0.33333)_{10} \rightarrow (???)_2$$

$$0.33333 * 2 = 0.66666 \text{ (celočíselná časť } \mathbf{0}, \text{ zvyšok } 0.66666)$$

$$0.66666 * 2 = 1.33333 \text{ (celočíselná časť } \mathbf{1}, \text{ zvyšok } 0.33333)$$

$$0.33333 * 2 = 0.66666 \text{ (celočíselná časť } \mathbf{0}, \text{ zvyšok } 0.66666)$$

$$0.66666 * 2 = 1.33333 \text{ (celočíselná časť } \mathbf{1}, \text{ zvyšok } 0.33333)$$

...

$$(0.33333\dots)_{10} \rightarrow (0.010101\dots)_2$$



# Iný prípad. $(0.1)_{10} \rightarrow (???)_2$

$0.1 * 2 = 0.2$  (celočíselná časť **0**, zvyšok 0.2)

$0.2 * 2 = 0.4$  (celočíselná časť **0**, zvyšok 0.4)

$0.4 * 2 = 0.8$  (celočíselná časť **0**, zvyšok 0.8)

$0.8 * 2 = 1.6$  (celočíselná časť **1**, zvyšok 0.6)

$0.6 * 2 = 1.2$  (celočíselná časť **1**, zvyšok 0.2)

$0.2 * 2 = 0.4$  (celočíselná časť **0**, zvyšok 0.4)

$0.4 * 2 = 0.8$  (celočíselná časť **0**, zvyšok 0.8)

$0.8 * 2 = 1.6$  (celočíselná časť **1**, zvyšok 0.6)

$0.6 * 2 = 1.2$  (celočíselná časť **1**, zvyšok 0.2)

$0.2 * 2 = 0.4$  (celočíselná časť **0**, zvyšok 0.4)

...

$(0.1)_{10} \rightarrow (0.00011001100110011\dots)_2$



A odtiaľto sa nám to začína opakovať

Toto nie je zanedbateľný problém, nakoľko v našom svete často používame počítanie po desatinách.

# Príklad z praxe



Obranný raketový systém Patriot použitý v r. 1991 vo vojne v Perzskom zálive má interné hodiny v elektronike počítajúce s krokom 0.1 sekundy.

Pri spracovaní v 24 bit. registri vzniká nepresnosť na úrovni  $9.5e-8$  sekundy. Po 100 hodinách je ten rozdiel  $9.5e-8 \times 3600 \times 100 \times 10 = 0.34$  sekundy. (Faktor 10 je kvôli krokovaniu 10 krokov/s).

Výsledkom je chyba v sychronizácii s radarom a zlý odhad vzdialenosti terča... napr. nalietajúcej balistickej rakety Scud.



Reálny prípad 25.2.1991 a výsledkom bolo 29 mŕtvych kvôli zaokrúhľovaniu.



# Príklad z praxe



V r. 1994 objavil prof. Thomas R. Nicely na Lynchburg college vo Virginii chybu v procesore Intel Pentium (Pentium FDIV bug) pre niektoré nekorektne delenia ako napr.

0001/824633702441.0 s chybným výsledkom za 8. platným členom. Napriek prehláseniu, že chybný je len 1 z 9 miliárd výpočtov, vyčlenil Intel 420M \$ na prípadnú výmenu procesora.

V r. 1996 explodovala 40 sekúnd po štarte raketa Ariane 5 v dôsledku chyby pri konverzii 64 bit. floating point do 16 bit integer premennej. Zlyhanie nastalo pri pokuse zápisu čísla väčšieho ako 32767, čo bol limit pre príslušnú premennú. Škoda 500M \$.

20. 2. 2015

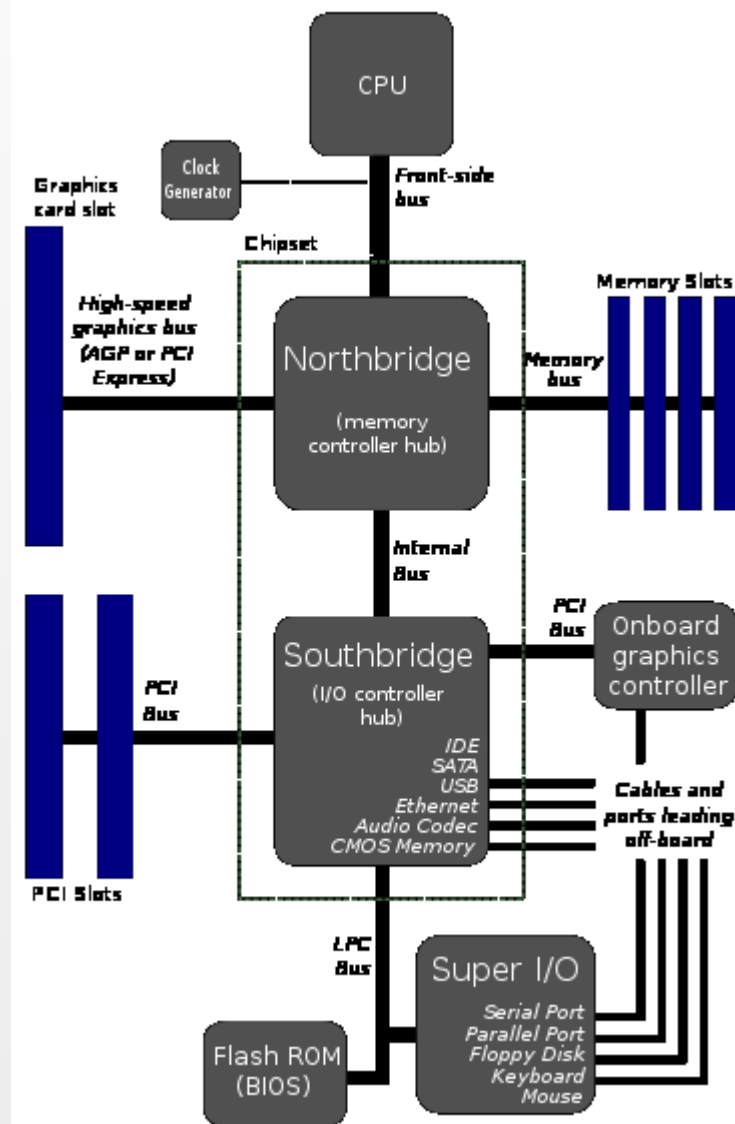
Stanislav.Antalic@fmph.uniba.sk



# Motherboard

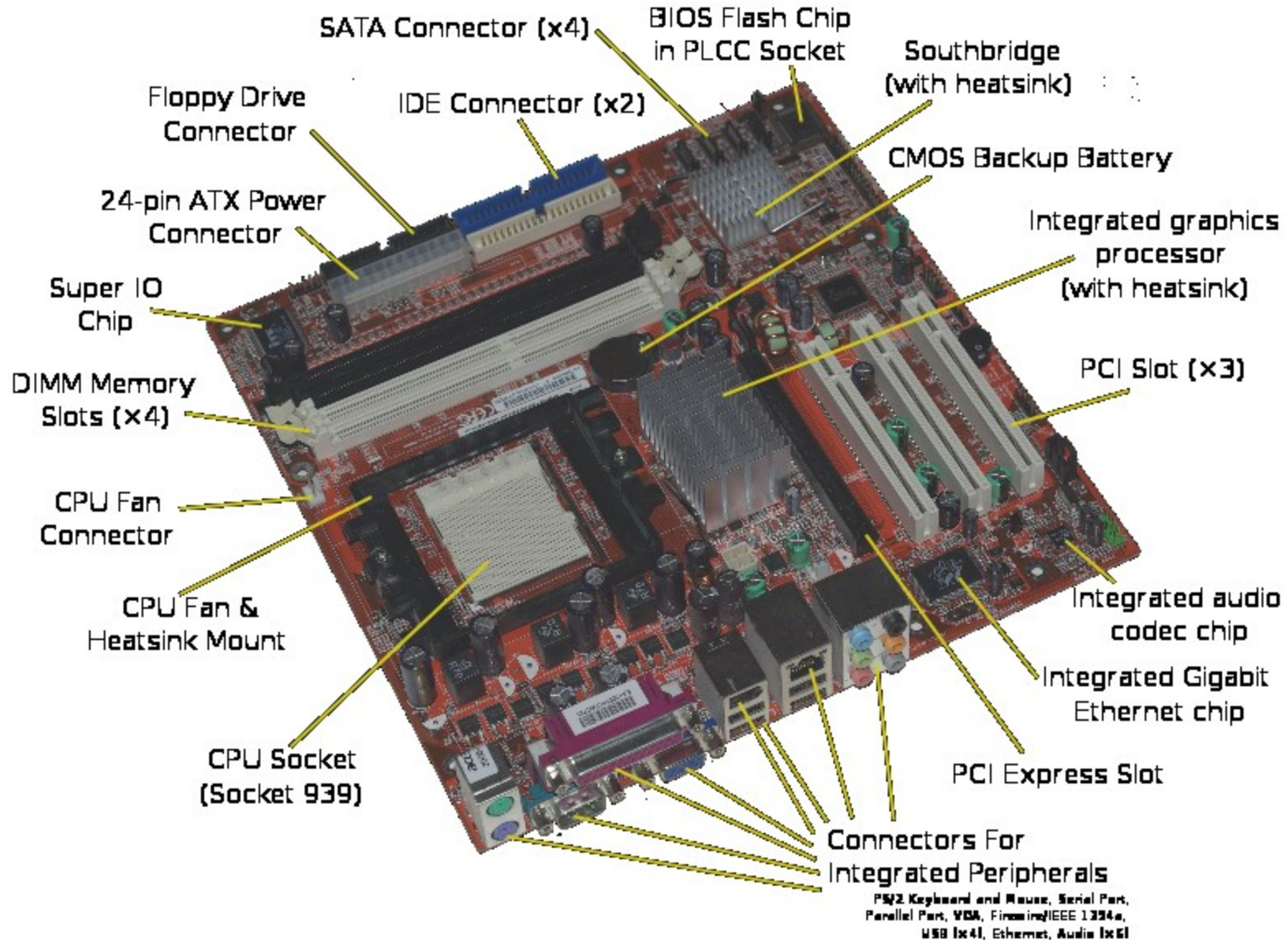


- Základná doska (Motherboard)
- Zbernica – základná infraštruktúra spájajúca CPU, pamäť, kontroler pre grafiku a zvuk, a I/O zariadenia. Spoľahlivosť klesá s rastúcou teplotou. Elektrolytické kondenzátory síce znesú 105 stupňov ale iba 2000 h. Každých 10 stupňov sa životnosť predlžuje 2 násobne (15 rokov pri 45 stupňoch)





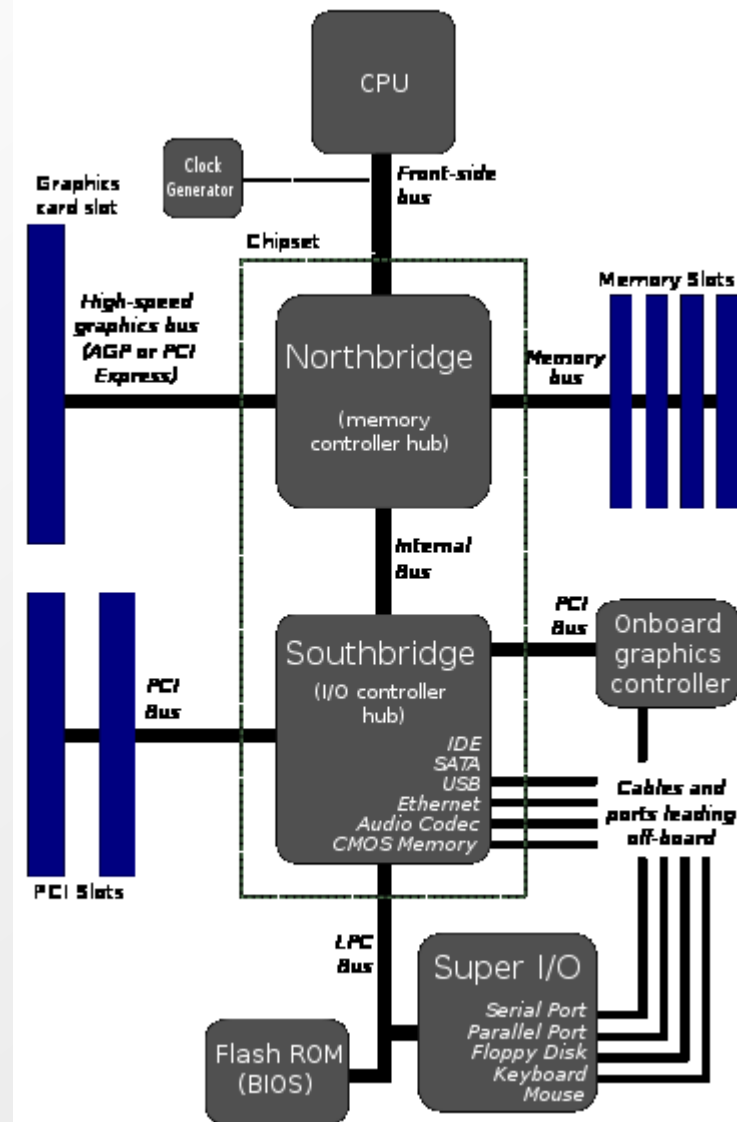
# Motherboard



# CPU



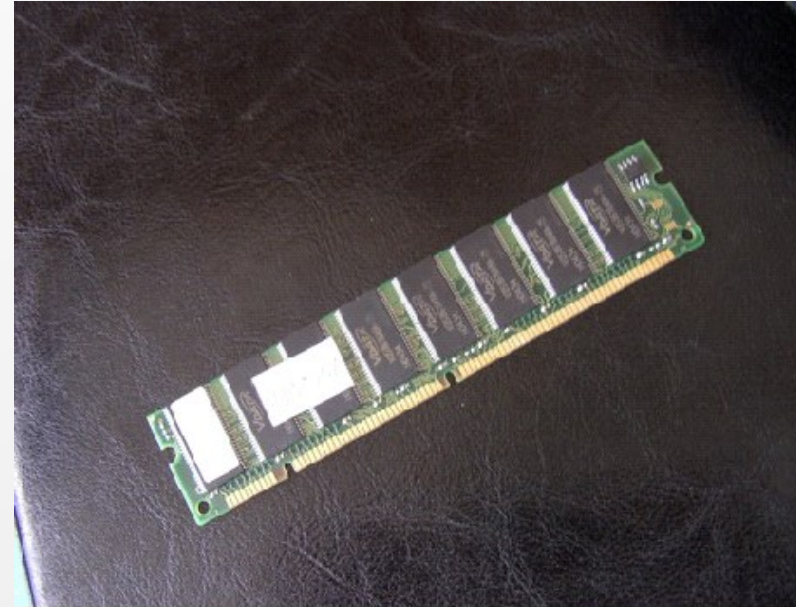
- CPU - central processor unit rýchlosti v Hz (v súčasnosti cez 3 GHz).
- Možnosť viacerých jadier.
- Rôzne typy, podľa spôsobu pripojenia na matičnú dosku (socket)
- Najvyššie levelové pamäte sú registre (1-3 ns a 1 kB?)
- Dôležitá je vyrovnávacia pamäť. L1 (8 – 128 kB; 2-8 ns) a L2 (256 – 8 MB 5-12 ns). L2 je niekedy spoločná pre všetky jadrá.
- Pripája sa cez FSB na Northbridge



# Pamäť



- RAM - Random access memory (v súčasnosti 32 GB moduly)
  - dočasná – po vypnutí počítača sa premaže
  - príst. doba cca 10 – 50 ns
  - pracovná frekvencia do 2200 MHz
- Error rate –  $10^{-10}$  –  $10^{-17}$  error/bit.h  
= cca 1 chybný bit na gigabite za hodinu – za storočie.  
Mnoho rôznych typov (DRAM, SRAM...)
- ROM – Read only memory  
trvalá pamäť - nedá sa meniť, alebo iba s veľmi pomaly (EPROM). Uplatnenie ako pamäť pre firmware  
Flash memory (1984) – chipy s veľkosťou 8 GB/chip – možnosť SSD diskov (zložených z viacerých chipov).  
Teraz už aj vyššia životnosť (1G cyklov)



# I/O rozhrania



- I/O zariadenia (input/output) – klávesnica, myš, grafika (monitor), audio, scanner, tlačiareň...
- Zbernica USB (Universal serial bus) (USB 2.0 do 480 Mb/s; USB 3.0 do 5 Gb/s)
- Farebné rozlíšenie – USB3 zvyčajne modré (alebo SS) a port na nabíjanie zvyčajne žltý.  
127 zariadení, pripájanie odpájanie za chodu  
Napätie 5V. Prúd typicky 0.5 – 0.9 A prúd, v prípade nabíjania až do 5A.



- IEEE 1394 (známejšie ako FireWire pomenovanie zavedené v 1990 Apple) – 400-3200 Mb/s  
pripojiteľných 63 zariadení  
Maximálny prúd 1.5 A, napätie 30 V

# I/O rozhrania

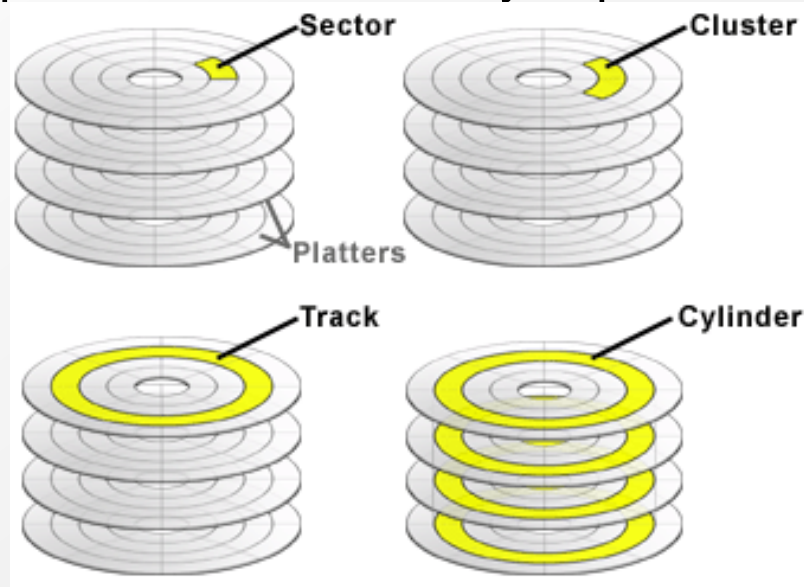


- Blue Tooth – 2,4 MHz bezdrôtové spojenie
  - v1 - 1Mb/s,
  - v2 – 3 Mb/s,
  - v3 – 24Mb/s(reálny prenos pre aplikáciu cca o 1/3 nižší)  
dosah v miestnosti 10m, v otvorenom priestore 100 m (v závislosti od intenzity vysielateľov)

# HDD – fyzická časť



- HD – momentálne niekoľko TB.
- Fyzická štruktúra disku
  - Viacero platní a hláv
  - Cluster – skupina sectorov. V minulosti príliš veľké, čo prinášalo neefektivitu využitia kapacity (napr. 32kB cluster pri zápise 1kB súboru).
  - track (stopa) -> sector (512 B)
  - Cylinder – skupina trackov na všetkých platniach

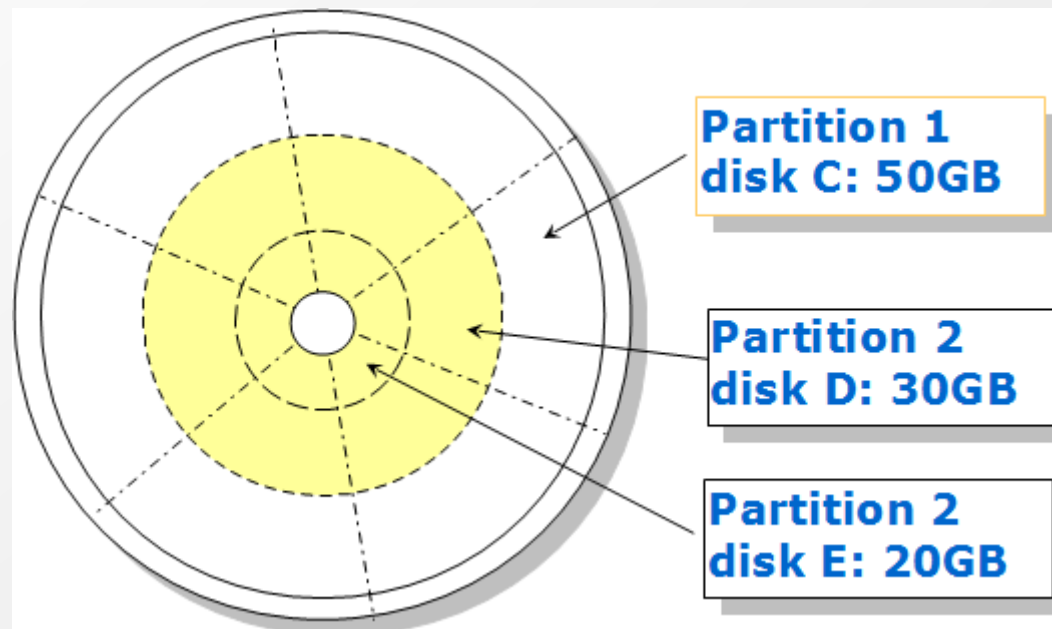




# HDD – filesystem



- File system
  - DOS – FAT – názvy 8.3
  - WIN - FAT32 a NTFS (16 bit. Unicode znak. sada)
  - Linux – ext2, ext3, reiser, xfs, jfs...
  - OS/2 - HPFS (high performance)
- Disk môže byť delený na viacero oddielov (partícií) na ktorých môžu byť rôzne súborové systémy ale aj operačné systémy



# SSD (solid state drive)



- Kombinácia permanentných flash pamätí.
- Vyššia odolnosť.
- Bezmechanických častíc
- Nižšie energetické nároky
- Takmer o 2 rády rýchlejší prístup k dátam (pozor, nie prenosová rýchlosť)
- Menšia hmotnosť
- Nižšia teplota
- Vyššia cena.
- Neklesá výkon fragmentáciou.

# Prenosné médiá



- CD – CD ROM, CD RW (650, 700, 800 MB) – optický záznam
- DVD – 4.7 GB (resp. 9.4) – optický záznam DVD-RAM – kombinácia s magnetickým
- Blue-ray 25 GB (resp 50) – optický záznam
- Čím sa dosahuje zvýšená kapacita?
- Rôzne vlnové dĺžky
  - CD 780 nm – blízka infračervená oblasť
  - DVD 650 nm – červený
  - Blu-ray – 405 nm modrofialový
- Výkon zvyčajne ~ 5 mW na čítanie a ~ 200 mW na zápis.
- FD – 1.44 MB (3,5 “) – magnetický záznam – história
- Pamäťové karty – Compact Flash, Smart media, SD, XD...
- Magnetické pásky ... do niekoľko sto GB