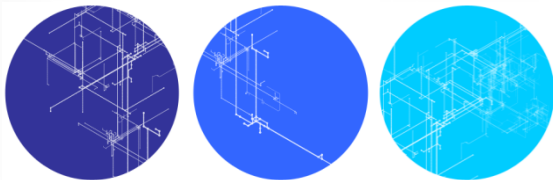


PB153 OPERAČNÍ SYSTÉMY A JEJICH ROZHRAŇÍ



Něco málo o hardwaru

02

HISTORIE: DÁVKOVÉ SYSTÉMY

- První počítače
 - obrovské stroje zabírající patra budov
 - velice drahé
 - I/O zařízení: děrné štítky, děrná páska, magnetická páska
 - job: program + data + řídicí informace
 - řídicí informace
 - návod co má počítač s programem a daty dělat
 - typicky kompilace + sestavení (linkování knihoven) + běh programu + dump výsledku (příp. také paměti a registrů)
 - Vznikají JCL – Job Control Language
 - jeden uživatel: programátor a operátor v jedné osobě
 - OS
 - Neustále v paměti
 - Úkolem je pouze předání řízení z jednoho jobu na druhý
 - využití počítače nebylo efektivní

HISTORIE: DÁVKOVÉ SYSTÉMY (2)

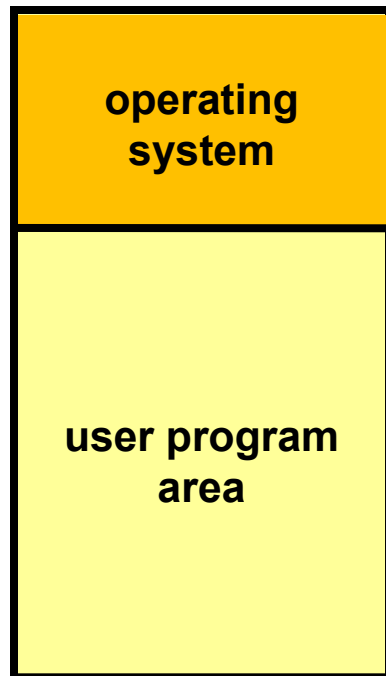
- Později
 - Počítače se zmenšují (střediskové počítače)
 - Oddělení role operátora a programátora
 - Operátoři úlohy (joby) přeskládají do dávek, tak aby se seskupily úlohy podobného typu
 - např. zavede se překladač a ten se využije pro přeložení hned několika programů za sebou
 - Přesto stále nebyly drahé počítače efektivně využity
 - I/O operace byly a stále jsou řádově pomalejší než procesor (CPU)
 - vždy, když program čeká na vyřízení I/O požadavku je CPU nevyužit
 - řešení: multiprogramování

HISTORIE: MULTIPROGRAMOVÁNÍ

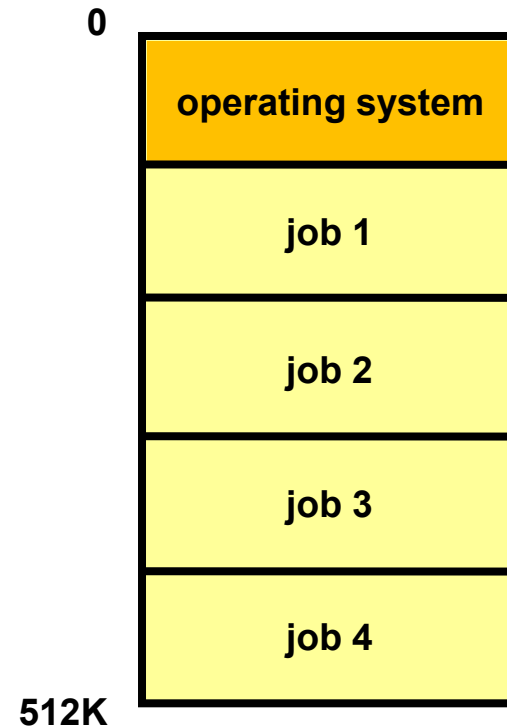
- Multiprogramování zvyšuje využití CPU
 - přidělování CPU jednotlivým úlohám tak, aby CPU byl využit (téměř) vždy
- V paměti je zároveň několik úloh současně
 - ne však nutně všechny
 - plánování úloh (job scheduling) – které úlohy umístit do paměti
 - musíme zajistit ochranu úloh navzájem
- CPU je přidělen úloze, jakmile úloha požádá o I/O operaci, je úloha pozastavena a CPU dostává jiná úloha
 - pro výběr úlohy, která dostane CPU musíme mít CPU plánovací algoritmus
 - jakmile je I/O operace dokončena, je úloha opět přemístěna do fronty úloh připravených ke spuštění
 - CPU je vytížen, dokud mám úlohy, které nečekají na dokončení I/O operací
 - dokud úloha nepožádá o I/O operaci, tak má CPU k dispozici
- Jde tedy „pouze“ o efektivnost využití CPU

HISTORIE: OBSAZENÍ PAMĚTI

- V paměti vždy jen jedna úloha



- V paměti několik úloh, běží jen jedna z nich



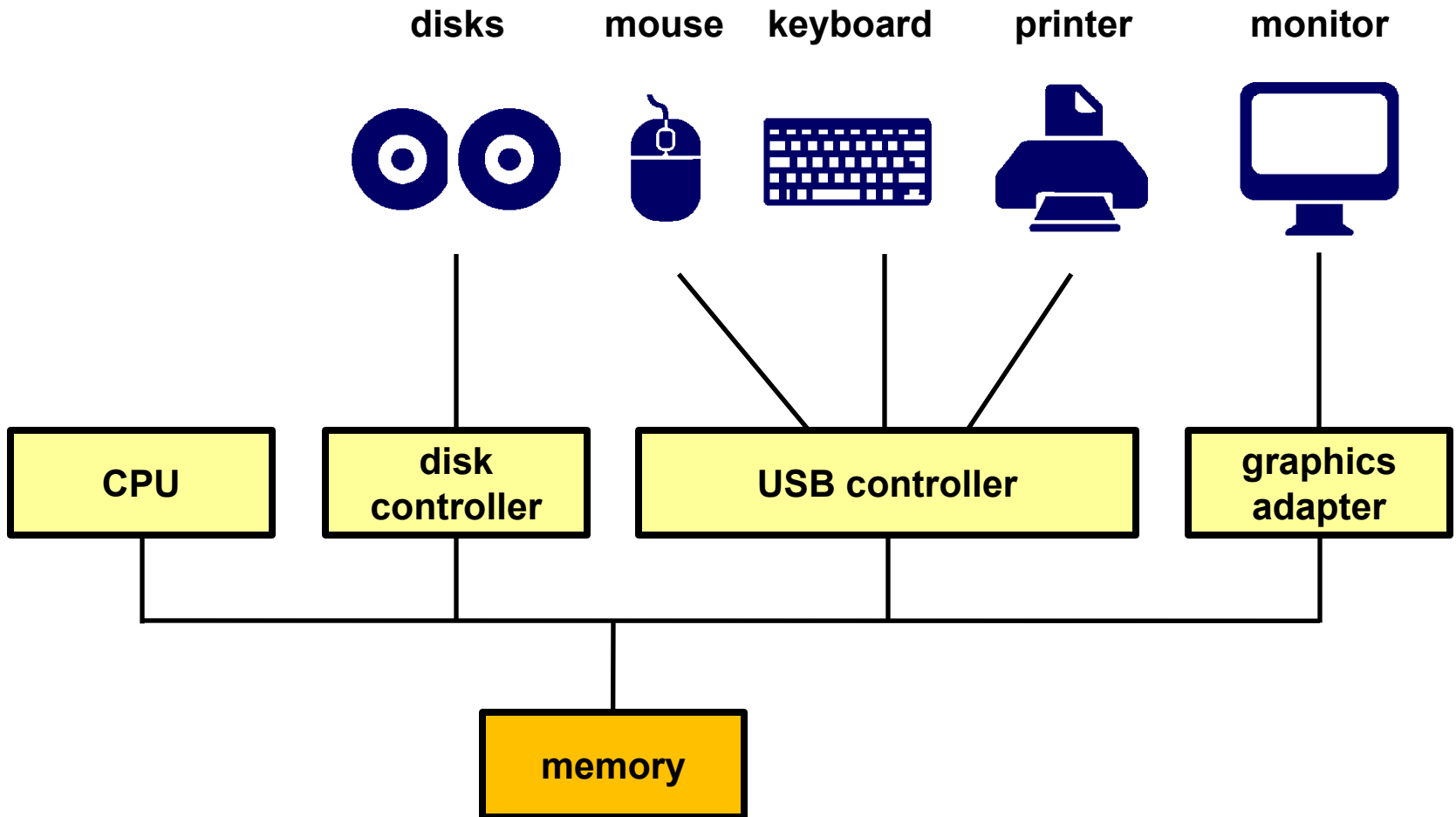
HISTORIE: MULTITASKING

- Time-sharing neboli multitasking
 - Logické rozšíření multiprogramování, kdy úloha (dočasně) ztrácí CPU nejen požadavkem I/O operace, ale také vypršením časového limitu
 - CPU je multiplexován, ve skutečnosti vždy běží jen jedna úloha, mezi těmito úlohami se však CPU přepíná, takže uživatelé získají dojem, že úlohy jsou zpracovávány paralelně

HISTORIE: MULTITASKING (2)

- Multitaskingový systém umožňuje řadě uživatelů počítačový systém *sdílet*
- Uživatelé mají dojem, že počítačový systém je vyhrazen jen pro ně
- Oproti pouhému multiprogramování snižuje dobu odezvy (response time) interaktivních procesů
- Multitaskingové systémy jsou již značně komplexní
 - správa a ochrana paměti, virtuální paměť
 - synchronizace a komunikace procesů
 - CPU plánovací algoritmy, souborové systémy

ARCHITEKTURA POČÍTAČOVÉHO SYSTÉMU



ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI POČÍTAČOVÉHO SYSTÉMU

- I/O zařízení typicky mají vlastní vyrovnávací paměť (buffer)
- CPU a I/O zařízení mohou pracovat paralelně
 - např. řadič disku může ukládat data na disk a CPU může něco počítat
 - pokud CPU a I/O zařízení pracují paralelně, měli by se nějak synchronizovat
 - neustálé zjišťování stavu
 - interrupt

PROCESOR BEZ PŘERUŠENÍ

- Neustálý cyklus
 - loop
 - získej další instrukci
 - proved' instrukci
 - end loop
- Pokud chci provést I/O operaci a dozvědět se, že již byla dokončena, musím se periodicky ptát I/O zařízení
- CPU není v těchto chvílích efektivně využit nebo je programování extrémně náročné

PROCESOR S PŘERUŠENÍM

- Základní cyklus je obohacen o kontrolu příznaku přerušení
 - loop
 - získej další instrukci
 - proved' instrukci
 - je-li nastaven příznak přerušení (a přerušení je povoleno), ulož adresu právě prováděného kódu a začni provádět kód obslužné rutiny
 - endloop

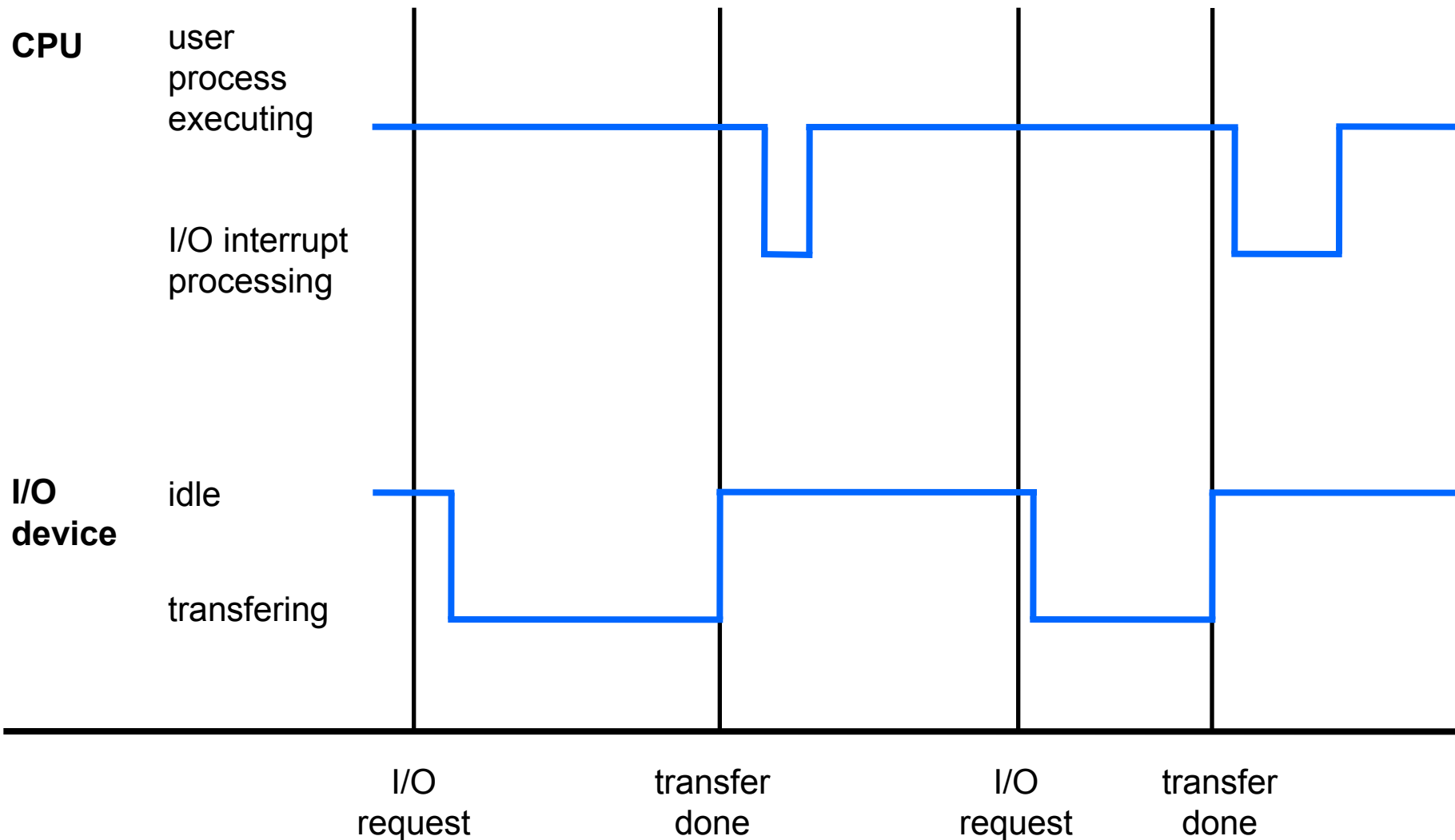
PŘERUŠENÍ (2)

- Přerušeni je signál od I/O zařízení, že se stalo něco, co by OS měl zpracovat
- Přerušeni přichází asynchronně
 - OS nemusí aktivně čekat na událost (efektivní využití CPU)
 - při výskytu události se automaticky volá příslušná obslužná rutina
 - umístění obslužných rutin pro jednotlivé typy událostí je typicky dáno tabulkou (v paměti) adres rutin (tzv. vektor přerušeni)
- Aby nedocházelo ke „ztrátě“ přerušeni, je při zpracování přerušeni další přerušeni zakázáno (maskováno)
 - aby se nepřerušovala rutina obsluhující přerušeni
 - časově náročnější obslužné rutiny však mohou další přerušeni explicitně povolit

PŘERUŠENÍ (3)

- Operační systém je řízený přerušeními
 - (interrupt driven)
 - CPU zpracovává uživatelský proces, při příchodu přerušení je spuštěna obslužná rutina OS
 - návratovou adresu ukládá procesor
 - hodnoty použitých registrů ukládá ovládací rutina
 - Přerušení nemusí být generováno jen HW, přerušení je možné vyvolat i softwarovými prostředky (tzv. „trap“ – jde vlastně o synchronní přerušení)
 - chyby – dělení nulou
 - speciální instrukce (např. INT – typicky slouží k systémovému volání)

PŘERUŠENÍ (4)



PŘÍKLAD: TABULKA PŘERUŠENÍ INTEL8086&MS-DOS

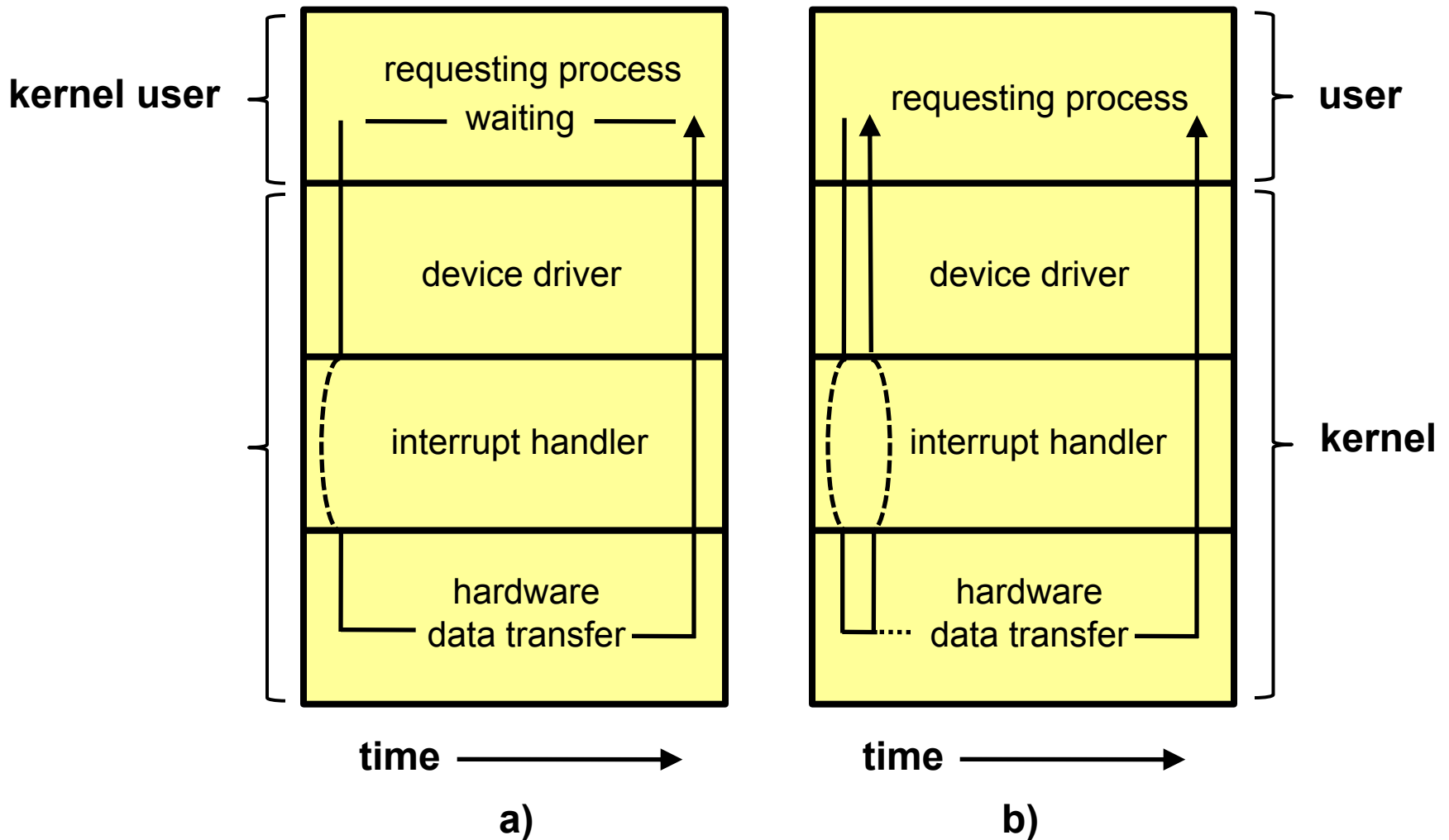
| Interrupts | Services | Pointers |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| INT 00H Division by 0 | INT 10H Video services | INT 1dH Video parms |
| INT 01H Single-step | INT 11H Equipment list | INT 1eH Diskette parms |
| INT 02H Non-Maskable | INT 12H Usable Mem Size | INT 1fH Graphics chars |
| INT 03H Breakpoint | INT 13H Disk I/O | |
| INT 04H Overflow | INT 14H Serial Port I/O | |
| INT 05H Print Screen | INT 15H AT Services | INT 41H hard disk 0 parms |
| INT 06H (reserved) | INT 16H Keyboard I/O | INT 46H hard disk 1 parms |
| INT 07H (reserved) | INT 17H Printer I/O | |
| INT 08H Timer | INT 18H ROM-BASIC | INT 43H EGA graphix chars |
| INT 09H Keyboard | INT 19H Bootstrap | |
| INT 0aH-0dH (hw ints) | INT 1aH Time I/O | INT 4aH user alarm addr |
| INT 0eH Diskette | INT 1bH Keyboard Break | INT 50H CMOS timer int |
| INT 0fH (hdwr int) | INT 1cH User timer Int | |
| | INT 20H-2fH DOS Interrupts | |
| | INT 33H Mouse Support | |
| | INT 67H Expanded Memory Fns | |

Vektor přerušení začíná na adrese 0000:0000, přerušení je celkem 256

I/O: DVA PŘÍSTUPY

- Synchronní
 - proces požádá o I/O operaci, řízení se uživatelskému procesu vrací až po ukončení I/O operace
 - **výhody:** jednoduchost, vyhýbám se souběžnému zpracování I/O požadavků
 - **nevýhody:** možná neefektivnost
- Asynchronní
 - proces požádá o I/O operaci a řízení se procesu vrací okamžitě
 - **výhody:** je možné paralelně pracovat s několika I/O zařízeními
 - **nevýhody:** komplexnější systém, potřebujeme tabulku stavu I/O zařízení, příkazy pro počkání na dokončení I/O operace apod.

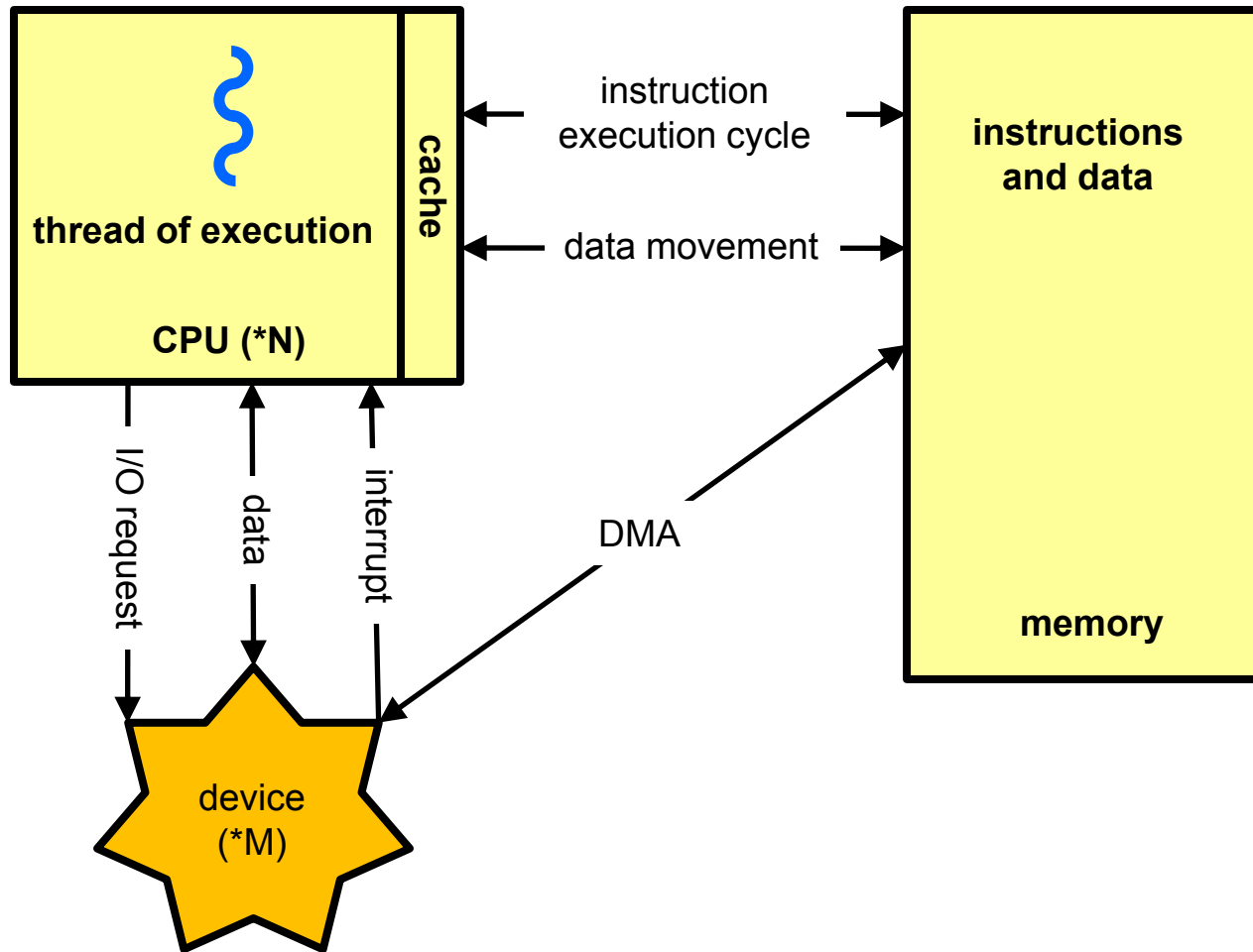
SYNCHRONNÍ VS. ASYNCHRONNÍ I/O



DMA, Direct Memory Access

- Způsob jak rychle přenášet data mezi I/O zařízením a pamětí
- CPU nemusí přenášet data po jednom bajtu, požádá řadič o přenos celého bloku dat
- CPU požádá o přenos dat, po skončení přenosu dat se o tom dozví pomocí přerušení (tj. 1 přerušení/blok dat ne 1 přerušení/bajt-slovo)
- V době přenosu dat soupeří I/O řadič a CPU o přístup do paměti (oba pracují se „stejnou“ pamětí)

MODERNÍ POČÍTAČOVÝ SYSTÉM



STRUKTURA PAMĚTI – PRIMÁRNÍ PAMĚŤ

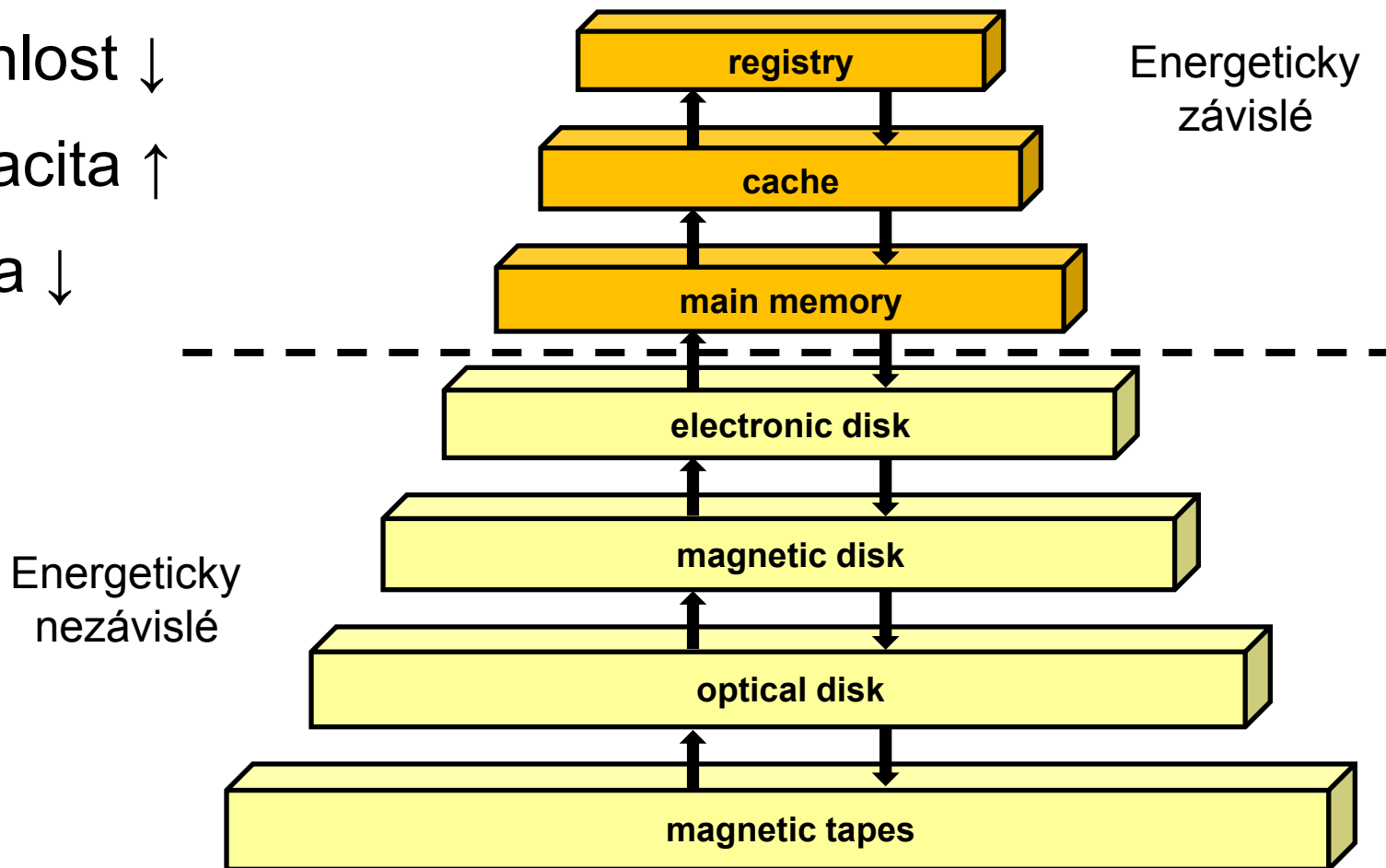
- Primární paměť
(též operační paměť, hlavní paměť)
 - jediná větší paměť, kterou může CPU přímo adresovat
 - typicky energeticky závislá (volatilní)
 - současná kapacita: stovky MB až desítky GB,
současná rychlost: nanosekundy

STRUKTURA PAMĚTI – SEKUNDÁRNÍ PAMĚŤ

- Sekundární paměť rozšiřuje paměťovou kapacitu počítačového systému
 - energeticky nezávislá
 - vysoká paměťová kapacita (dnes stovky gigabajtů až terabajty)
 - relativně pomalá doba přístupu (velice variabilní – od mikrosekund až po jednotky sekund)
 - v dnešní době je nejběžnější magnetický disk

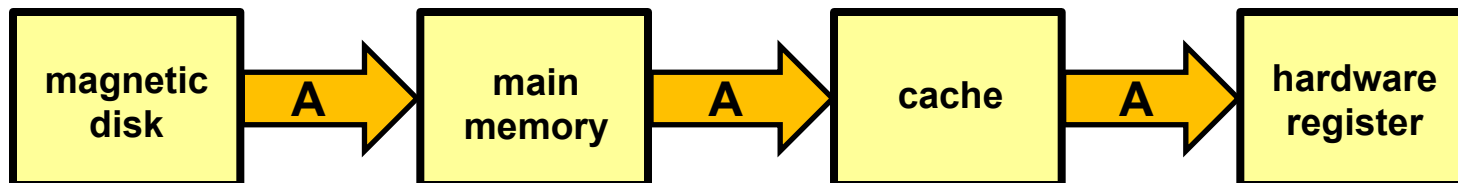
HIERARCHIE PAMĚTI

- Rychlost ↓
- Kapacita ↑
- Cena ↓



KEŠOVÁNÍ, CACHE, MEZIPAMĚŤ

- Použití rychlejší paměti pro uchování posledně použitých dat z paměti pomalejší
 - např. cache procesoru vs. hlavní paměť
 - nebo hlavní paměť vs. disková paměť
 - pokud jsou data v cachi použijí se tato data, pokud ne, musí se získat z pomalejší paměti, zároveň se přenesou i data okolní (princip časové a prostorové lokálnosti)
- Velikost cache paměti je omezená
- Data se zároveň nacházejí v několika úrovních paměti – problém udržení konzistence



OCHRANNÉ FUNKCE HW

- Je-li v paměti několik procesů, nechceme, aby se procesy mohly navzájem negativně ovlivňovat
 - přepisování paměti
 - nespravedlivé získání času CPU
 - souběžný nekoordinovaný přístup k I/O prostředkům
- Proto OS musí tomuto ovlivňování zabránit
 - často to však nemůže zajistit sám a potřebuje podporu HW – např. při ochraně přístupu do paměti, přístupu k I/O portům

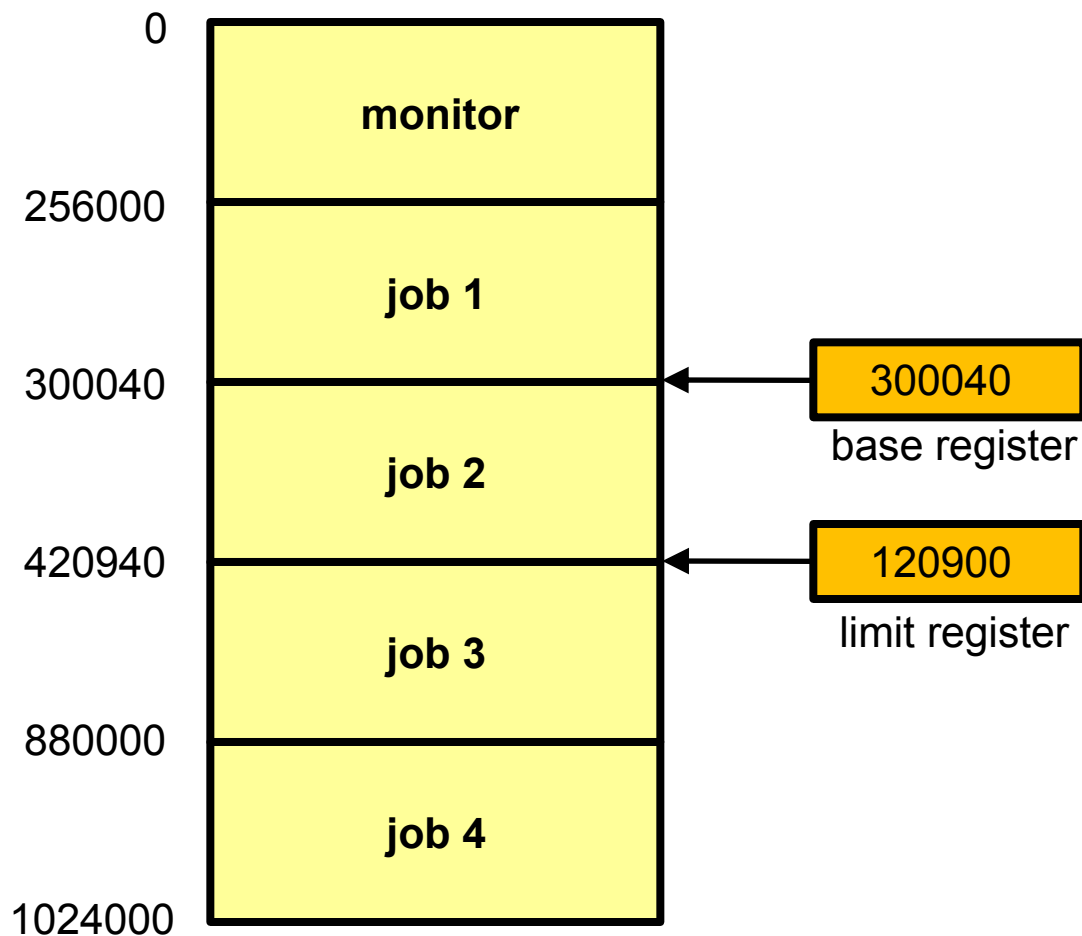
REŽIMY PROCESORU

- Běžný způsob ochrany je dvojí režim činnosti procesoru
 - uživatelský režim
 - privilegovaný režim
- Některé instrukce je možné provést jen v privilegovaném režimu
 - např. instrukce pro I/O, nastavování některých registrů (např. některé segmentové registry)
- Z privilegovaného režimu do uživatelského režimu se CPU dostane speciální instrukcí, z uživatelského režimu do privilegovaného režimu se CPU dostává při zpracování přerušení

OCHRANA PAMĚTI

- Minimálně musíme chránit vektor přerušení a rutiny obsluhy přerušení
 - jinak by bylo možné získat přístup k privilegovanému režimu procesoru
- Každému procesu vyhradíme jeho paměť, jinou paměť nemůže proces používat
 - ochranu zajišťuje CPU na základě registrů/tabulek nebo principů nastavených OS
 - např. báze a limit – proces má přístup jen k adresám báze + 0 až báze + limit
 - přístup k nepovoleným adresám způsobí přerušení – to zpracovává OS a např. ukončí činnost procesu

BÁZE + LIMIT



- Jednoduché na implementaci
 - dva registry, jejichž nastavování je privilegovanou operací
 - CPU kontroluje, zda adresy, které proces používá spadají do rozsahu daného registry
- Jak řešit požadavek procesu o přidělení dalšího bloku paměti?

OCHRANA CPU

- Jak zaručit, že vládu nad procesorem (tj. jaký kód bude CPU vykonávat) bude mít OS?
- Časovač
 - časovač generuje přerušení
 - přerušení obsluhuje OS
 - ten rozhodne co dál
 - např. odebere jednomu procesu, vybere další připravený proces a ten spustí (změní kontext)
 - časovač může generovat přerušení pravidelně nebo je příchod přerušení programovatelný (privilegovanou instrukcí)

ČASOVAČE V PC

- 8253/8254 Programmable Interval Timer (PIT) – od roku 1981
 - Jednorázové nebo periodické spouštění (přerušení)
 - 1,193182 MHz krystalový oscilátor
 - Časovač 0 – systémový časovač OS (Windows, Linux), 1 – obnovování RAM (historicky), 2 – PC speaker
- Real-Time Clock's (RTC) – od roku 1984
 - Skutečný čas
 - 32,768 kHz neboli 2^{15} cyklů za sekundu
- High Precision Event Timer (HPET) – od roku 2005
 - Pro multimedia
 - 10 MHz, 64 bitů
 - Snadné naprogramování jednorázového časovače

Výukovou pomůcku zpracovalo
Servisní středisko pro e-learning na MU

CZ.1.07/2.2.00/28.0041

Centrum interaktivních a multimediálních studijních opor pro inovaci výuky a efektivní učení



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ