

## Intel Pentium D (1)

- Založen na mikroarchitektuře **NetBurst**
- Vyráběn s frekvencemi 2,66 GHz – 3,60 GHz
- Systémová sběrnice pracuje s taktom „800 MHz“ (vyjma procesoru s frekvencí 2,66 GHz, u něhož je frekvence systémové sběrnice „533 MHz“)
- Má integrovanou technologii **Dual Core**:
  - dvě prováděcí jádra (pracující na stejné frekvenci) s nezávislým rozhraním k systémové sběrnici
  - dovoluje efektivnější zpracování paralelních výpočtových vláken než Hyperthreading Technology

09/10/2014

1

## Intel Pentium D (2)

- Je vybaven 2 x 16 kB L1 cache pro data
- Každé jádro má integrovanou **execution trace cache** (pro 12 k dekodovaných micro-ops)
- Obsahuje technologii **Intel 64 Architecture (EM64T)** a většina variant i technologii **EIST**
- Vyráběn s technologií:
  - 90 nm: 2 x 1 MB L2 cache (ATC)
  - 65 nm: 2 x 2 MB L2 cache (ATC)
- Obsahuje instrukční sady SSE2 i SSE3
- Některé varianty obsahují i technologii **Intel Virtualization Technology (VT)**

09/10/2014

2

## Intel Pentium D (3)

- **Intel Virtualization Technology**:
  - dovoluje jednomu procesoru fungovat jako několik paralelně pracujících procesorů
  - umožňuje provozovat zároveň několik operačních systémů na jednom počítači
  - každý operační systém může mít spuštěny další programy, které jsou pod ním provozovány
  - jednotlivé operační systémy pak pracují na virtuálním procesoru (virtuální CPU), resp. virtuálním stroji (virtual machine)
  - poznámka: využívá stejnou myšlenku jako virtuální režim u procesoru 80386

09/10/2014

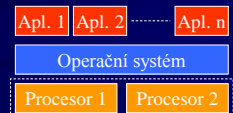
3

## Intel Pentium D (4)

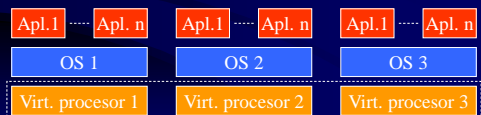
multitasking:



hyperthreading:



virtualizace:

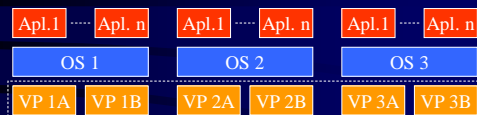


09/10/2014

4

## Intel Pentium D (5)

virtualizace + dual core:



- Poznámka: Procesor Intel Pentium D:
  - neobsahuje Hyperthreading Technology (nahrazena technologií Dual Core)
  - je dodáván v pouzdech FC-LGA pro Socket LGA775

09/10/2014

5

## Intel Pentium Extreme Edition (1)

- Založen na mikroarchitektuře **NetBurst**
- Vyráběn s frekvencemi 3,20 GHz – 3,73 GHz
- Systémová sběrnice pracuje s taktom:
  - „800 MHz“ – procesor s frekvencí 3,20 GHz
  - „1066 MHz“ – procesory s frekvencí vyšší než 3,20 GHz
- Používá:
  - 2 x 16 kB L1 cache pro data
  - 2 x 1 MB L2 (ATC) – procesor s taktom 3,20 GHz
  - 2 x 2 MB L2 (ATC) – vyšší než 3,20 GHz

09/10/2014

6

## Intel Pentium Extreme Edition (2)

- Obsahuje technologie:
  - Intel 64 Architecture (EM64T)
  - Hyperthreading Technology
  - Dual Core
  - Intel Virtualization Technology (vyjma 3,20 GHz)
- Procesory s frekvencí vyšší než 3,20 GHz jsou vyráběny s technologií 65 nm (3,20 GHz – 90 nm)
- Není vybaven technologií **EIST**
- Má integrováno rozšíření instrukční sady SSE2 i SSE3
- Vyráběn v pouzdře FC-LGA pro Socket LGA775

09/10/2014

7

## Intel Core 2 Duo (1)

- Využívá mikroarchitekturu **Core**, jejíž základní rysy jsou:
  - **Wide Dynamic Execution:**
    - technika dovolující, aby každé jádro během jednoho taktu mohlo dokončit až čtyři instrukce
    - obsahuje techniky, které mají za úkol snížit počet mikrooperací, jež jsou potřebné pro vykonání daných instrukcí:
      - **Macro-Fusion:**
        - dovoluje sloučit více instrukcí do instrukce jedné
        - např. po sobě následující instrukce CMP a JNE sloučí do instrukce CMPJNE, kterou provede během jednoho taktu
      - **Micro-Fusion:**
        - podobná technika jako Macro-Fusion
        - umožňuje sloučit dvě mikrooperace do jedné

09/10/2014

8

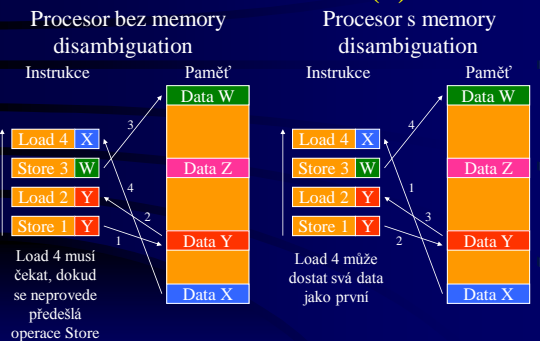
## Intel Core 2 Duo (2)

- **Smart Memory Access:**
  - zdokonalená množina algoritmů pro předvídání, která data budou zapotřebí a mají být tudíž zavedena z operační paměti do paměti cache
  - využívá technologii **memory disambiguation**, která detekuje závislosti mezi po sobě následujícími instrukcemi pro ukládání (čtení) dat do (z) operační paměti a dovoluje u těchto operací aplikovat techniku out-of-order execution
  - rovněž umožňuje skrýt paměťové latence (okamžiky, kdy k paměti nelze přistoupit)

09/10/2014

9

## Intel Core 2 Duo (3)



09/10/2014

10

## Intel Core 2 Duo (4)

- **Advanced Smart Cache:**
  - zahrnuje sdílenou L2 cache, dovolující dynamicky alokovat kapacitu pro každé jádro
  - umožňuje jednomu jádru využít celou vyrovnávací paměť, když druhé jádro právě nepracuje
  - dovoluje taktéž přenášet data přímo mezi L1 cache paměťmi obou jader
- **Advanced Digital Media Boost:**
  - zdvojnásobuje reálnou rychlost zpracování instrukcí využívaných především v multimediálních a grafických aplikacích
  - zvýšení výkonu je dosaženo pomocí 128bitového zpracování instrukcí SSE, SSE2 a SSE3 (dříve byly tyto instrukce zpracovávány po 64 bitech)

09/10/2014

11

## Intel Core 2 Duo (5)

- Vyráběn s frekvencemi 1,80 GHz – 3,33 GHz
- Má integrováno:
  - 2 x 32 kB L1 cache pro data
  - 2 x 32 kB L1 cache pro instrukce
- Vyráběn s technologií:
  - **65 nm:**
    - 2 MB nebo 4 MB L2 sdílené cache realizované jako **Advanced Smart Cache**
    - systémová sběrnice pracuje s frekvencí „800 MHz“, „1066 MHz“ nebo „1333 MHz“
  - **45 nm:**
    - 3 MB nebo 6 MB L2 sdílené cache (**Advanced Smart Cache**)
    - systémová sběrnice pracuje s frekvencí „1066 MHz“ nebo „1333 MHz“

09/10/2014

12

## Intel Core 2 Duo (6)

- Obsahuje technologie:
  - Intel 64 Architecture (EM64T)
  - Dual Core
  - EIST
- Některé varianty mají i Intel Virtualization Technology
- Poskytuje Advanced Dynamic Execution
- Přináší nové rozšíření instrukční sady SSSE3 – Supplemental SSE3, tj. 16 (32) nových instrukcí

09/10/2014

13

## Intel Core 2 Duo (7)

- Procesory vyráběné s technologií 45 nm ještě navíc obsahují rozšíření SSE4.1 (Streaming SIMD Extensions 4.1) – 47 nových instrukcí
- Má integrovaný DTS – Digital Thermal Sensor:
  - teplotní senzor umožňující měřit teplotu na každém jádru a v závislosti na zjištěných hodnotách přizpůsobovat rychlost otáčení větráku chladiče
- Vyráběn v pouzdře FC-LGA pro Socket LGA775
- Je ekvivalentem cca 167 – 291 mil. tranzistorů, které jsou integrovány na ploše 82 – 143 mm<sup>2</sup>
- Procesory Intel Core 2 Duo nejsou vybaveny HT

09/10/2014

14

## Intel Core 2 Quad (1)

- Vyráběn s frekvencemi 2,26 GHz – 3,0 GHz
- Systémová sběrnice pracuje s frekvencí „1066 MHz“ nebo „1333 MHz“
- Vychází z mikroarchitektury Core:
  - Wide Dynamic Execution
  - Smart Memory Access
  - Advanced Smart Cache
  - Advanced Digital Media Boost
- Obsahuje technologie:
  - Quad Core:
    - čtyři prováděcí jádra (pracující na stejné frekvenci) s nezávislým rozhraním k systémové sběrnici

09/10/2014

15

## Intel Core 2 Quad (2)

- Intel 64 Architecture (EM64T)
- EIST
- Většina variant obsahuje i Intel Virtualization Technology
- Poskytuje Advanced Dynamic Execution
- Vybaven rozšířením SSSE3
- Má integrovaný DTS – Digital Thermal Sensor
- Je vybaven:
  - 4 x 32 kB L1 cache pro data
  - 4 x 32 kB L1 cache pro instrukce

09/10/2014

16

## Intel Core 2 Quad (3)

- L2 cache paměť má kapacitu:
  - 2 x 4 MB: procesory s technologií 65 nm
  - 2 x 2 MB, 2 x 3 MB nebo 2 x 6 MB: u procesorů s technologií 45 nm
- Procesory s technologií 45 nm obsahují také rozšíření SSE4.1

09/10/2014

17

## Intel Core 2 Extreme (1)

- Vyráběny s frekvencemi 2,66 GHz – 3,20 GHz
- Systémová sběrnice pracuje s frekvencí:
  - „1600 MHz“: u procesoru s frekvencí 3,2 GHz
  - „1333 MHz“: u procesoru s frekvencí 3 GHz
  - „1066 MHz“: u proc. s frekvencí nižší než 3 GHz
- Dodáván ve variantách s technologií:
  - Dual Core:
    - 2 x 32 kB L1 cache pro data
    - 2 x 32 kB L1 pro instrukce
    - 4 MB L2 cache

09/10/2014

18

## Intel Core 2 Extreme (2)

- **Quad Core:**
  - 4 x 32 kB L1 cache pro data
  - 4 x 32 kB L1 cache pro instrukce
  - 2 x 4 MB (65 nm) nebo 2 x 6 MB L2 cache (45 nm)
- Všechny varianty disponují technologií:
  - Intel 64 Architecture (EM64T)
  - Intel Virtualization Technology
  - EIST
- Je vybaven **DTS** a rozšířením **SSSE3**
- Procesory s technologií 45 nm obsahují také rozšíření SSE4.1

09/10/2014

19

## Intel Pentium Dual Core (1)

- Vyráběn s frekvencemi 1,60 GHz – 3,33 GHz
- Systémová sběrnice pracuje s frekvencí
  - „800 MHz“ nebo „1066 MHz“
- Založen na mikroarchitektuře **Core**
- Obsahuje technologie:
  - Dual Core
  - Intel 64 Architecture (EM64T)
  - EIST
- Některé varianty obsahují i **Intel Virtualization Technology**

09/10/2014

20

## Intel Pentium Dual Core (2)

- Vybaven:
  - 2 x 32 kB L1 cache paměti pro data
  - 2 x 32 kB L1 cache paměti pro instrukce
- Má integrovanou L2 cache paměť (**Advanced Smart Cache**) o kapacitě:
  - **1 MB:**
    - procesory s frekvencí 1,60 GHz – 2,40 GHz
    - vyráběny s technologií 65 nm
  - **2 MB:**
    - procesory s frekvencí nad 2,50 GHz
    - vyráběn s technologií 45 nm

09/10/2014

21

## Intel Pentium Dual Core (3)

- Obsahuje **DTS** a rozšíření instrukční sady **SSSE3**
- Využívá:
  - Wide Dynamic Execution
  - Smart Memory Access
  - Advanced Digital Media Boost
  - Advanced Smart Cache
- Poskytuje **Advanced Dynamic Execution**
- Dodáván v zapouzdření FC-LGA pro patici LGA775

09/10/2014

22

## Intel Core i5 (1)

- Vyráběn ve variantách:
  - **i5-6xx (i5-600 series):**
    - frekvence: 3,20 GHz – 3,60 GHz
  - obsahuje:
    - 2 jádra (**Dual Core**) + **HyperThreading Technology**
    - **L1 cache paměť** o kapacitě:
      - 2 x 32 kB pro instrukce (každé jádro má 32 kB)
      - 2 x 32 kB pro data (každé jádro má 32 kB)
    - **L2 cache paměť:**
      - kapacita 2 x 256 kB (každé jádro má 256 kB)
      - sdílená pro data i instrukce
    - **L3 cache paměť:**
      - kapacita 4 MB
      - sdílená pro data i instrukce
      - sdílená mezi všemi jádry (**Advanced Smart Cache**)
  - technologie: 32 nm
  - ekvivalent 382 mil. transistorů
  - plocha čipu: 81 mm<sup>2</sup>

09/10/2014

23

## Intel Core i5 (2)

- **i5-7xx (i5-700 series):**
  - frekvence: 2,40 GHz – 2,80 GHz
- obsahuje:
  - 4 jádra (**Quad Core**)
  - **L1 cache paměť** o kapacitě:
    - 4 x 32 kB pro instrukce (každé jádro má 32 kB)
    - 4 x 32 kB pro data (každé jádro má 32 kB)
  - **L2 cache paměť:**
    - kapacita 4 x 256 kB (každé jádro má 256 kB)
    - sdílená pro data i instrukce
  - **L3 cache paměť:**
    - kapacita 8 MB
    - sdílená pro data i instrukce
    - sdílená mezi všemi jádry (**Advanced Smart Cache**)
- technologie: 45 nm
- ekvivalent 774 mil. transistorů
- plocha čipu: 296 mm<sup>2</sup>

09/10/2014

24

## Intel Core i5 (3)

- Podporuje technologie:
  - Intel Virtualization Technology
  - Enhanced Intel Speed Step Technology
  - Intel 64 Architecture (EM64T)
  - Intel Turbo Boost Technology
- Intel Turbo Boost Technology:
  - dovoluje dočasně zvýšit pracovní frekvenci jednoho nebo více jader procesoru tak, aby nedošlo k překročení maximální povolené spotřeby elektrické energie a teploty procesoru
  - jedno jádro procesoru, který má frekvenci 2,66 GHz může pracovat s maximální frekvencí až 3,2 GHz

09/10/2014

25

## Intel Core i5 (4)

- vhodné např. v okamžiku, kdy procesor je zatížen aplikacemi, které nejsou optimalizovány pro více-jádrové procesory a část procesoru není vytížena
- Na svém čipu má integrovaný:
  - řadič operační paměti:
    - umožňuje implementaci efektivnějších algoritmů pro předvýběr instrukcí a dat
    - dovoluje rychlejší čtení (zápis) z (do) operační paměti
    - podporuje paměti DDR3-1066 a DDR3-1333
    - data jsou přenášena po 64 bitech
    - maximální přenosová rychlost je:
      - 10,6 GB/s (při konfiguraci single channel)
      - 21 GB/s (při konfiguraci dual channel)

09/10/2014

26

## Intel Core i5 (5)

- řadič sběrnice PCI Express 2.0:
  - poskytuje 16 PCI Express linek (x16 link) – sériové linky, které pracují v režimu full duplex
  - lze konfigurovat jako dvakrát x8 link
  - slouží pro připojení grafické karty
  - podporuje přenosové rychlosti 2,5 GT/s a 5 GT/s
  - poznámka: 1 GT/s – gigatransfer za sekundu:
    - jednotka zavedená PCI-SIG – PCI Special Interest Group
    - označuje počet zakódovaných bitů, které lze po sběrnici přenést
    - sběrnice PCI Express používá kódování 8b/10b, kde každých 8 bitů je zakódováno pomocí 10bitového vzorku (aby nedošlo ke ztrátě synchronizace mezi vysílajícím a přijímajícím zařízením) ⇒ účinnost kódování je 80%

09/10/2014

27

## Intel Core i5 (6)

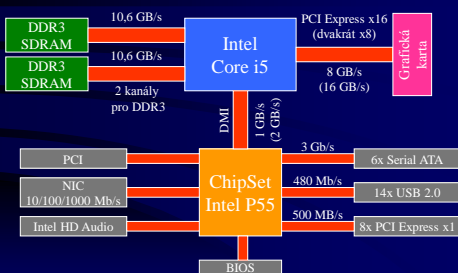
- maximální teoretická přenosová rychlost je 16 GB/s:
  - 5 GT/s = 4 Gb/s
  - 16 linek ⇒ 4 Gb/s \* 16 = 64 Gb/s = 8 GB/s
  - full duplex ⇒ 8 GB/s \* 2 = 16 GB/s
- přenosová rychlost na jedné lince (v jednom směru) je 500 MB/s
- Využívá DMI – Direct Media Interface:
  - nahrazuje FSB (systémovou sběrnici)
  - vychází z PCI Express 1.1 x4 link
  - umožňuje přenosovou rychlost 2,5 GT/s
  - přenosová rychlost na jedné lince (v jednom směru) je 250 MB/s (2,5 GT/s \* 0,8 / 8 b)
  - maximální přenosová rychlost 1 GB/s (2 GB/s)

09/10/2014

28

## Intel Core i5 (7)

- Architektura využívající DMI:



09/10/2014

29

## Intel Core i5 (8)

- Obsahuje rozšíření instrukční sady SSE4.2:
  - 7 nových instrukcí
- Poznámka:
  - rozšíření SSE4.1 a SSE4.2 tvoří rozšíření označované jako SSE4
- Procesory i5-600 series mají integrovanou také jednotku Intel HD Graphics, plnící funkci grafické karty
- Určen pro patičku LGA1156

09/10/2014

30

## Intel Core i7 (1)

- Vyráběn s frekvencemi 2,53 GHz – 3,33 GHz
- Obsahuje:
  - 4 jádra (**Quad Core**):
    - vybaven cache pamětmi (**L1, L2 a L3**) o stejných kapacitách jako procesor Intel Core i5 s **Quad Core**
  - 6 jader (**Six, Hexa Core**):
    - **L1 cache** paměť o kapacitě:
      - 6 x 32 kB pro data (každé jádro má 32 kB)
      - 6 x 32 kB pro instrukce (každé jádro má 32 kB)
    - **L2 cache** paměť:
      - kapacita 6 x 256 kB (každé jádro má 256 kB)
      - sdílená pro data i instrukce
    - **L3 cache** paměť:
      - kapacita 12 MB
      - sdílená pro data i instrukce
      - sdílená mezi všemi jádry (**Advanced Smart Cache**)

09/10/2014

31

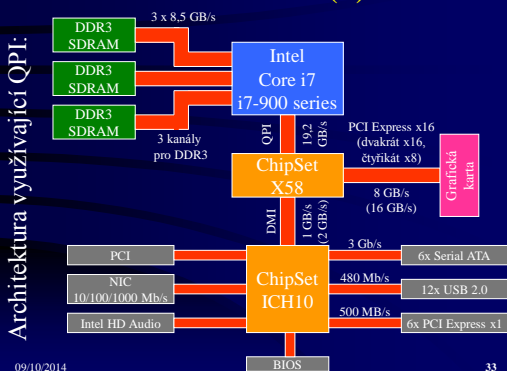
## Intel Core i7 (2)

- Podporuje **HyperThreading Technology**
- Vyráběn ve variantách:
  - **i7-8xx (i7-800 series)**:
    - integrovaný řadič operační paměti podporující práci s pamětmi DDR3-1066 a DDR3-1333 (jako Core i5):
      - maximální přenosová rychlost je 21 GB/s (při dual channel)
    - využívá **DMI** (2,5 GT/s)
    - určen pro patiči LGA1156
  - **i7-9xx (i7-900 series)**:
    - integrovaný řadič operační paměti podporující práci s pamětmi DDR3-800 a DDR3-1066:
      - poskytuje tři kanály
      - maximální přenosová rychlost je 25,6 GB/s
    - využívá **QPI** – QuickPath Interconnect (4,8 GT/s) disponující 20 linkami ⇒ 9,6 GB/s (19,2 GB/s)
    - určen pro patiči FCLGA1366

09/10/2014

32

## Intel Core i7 (3)



33

## Intel Core i3 (1)

- Vyráběn s frekvencemi 2,93 GHz a 3,33 GHz
- Podobný procesorům Intel Core i5 (**Dual Core**)
- Má integrovaný **L1, L2 a L3** cache paměti se stejnými kapacitami
- Obsahuje technologii:
  - **Dual Core**
  - **Hyperthreading Technology**
  - **Intel Virtualization Technology**
  - **Intel 64 Architecture**
  - **EIST**

09/10/2014

34

## Intel Core i3 (2)

- Má integrovaný:
  - řadič operační paměti
  - řadič sběrnice PCI Express 2.0
  - **Intel HD Graphics**
- Využívá **DMI** – **D**irect **M**edia **I**nterface
- Neobsahuje **Intel Turbo Boost Technology**
- Určen pro patiči LGA1156

09/10/2014

35

## 2nd Generation Processors (1)

- Procesory vyráběné s technologií 32 nm (**Sandy Bridge** nebo **Sandy Bridge E**) a označované:
  - 2nd Generation Intel Core i3 (**Sandy Bridge**):
    - **Dual Core** (2,50 GHz až 3,40 GHz)
    - neobsahují **Intel Turbo Boost Technology**
    - kapacita L3 cache je 3 MB (sdílená oběma jádry)
    - mají integrovanou grafickou kartu **Intel HD Graphics 2000** nebo **Intel HD Graphics 3000**
  - 2nd Generation Intel Core i5 (**Sandy Bridge**):
    - **Dual Core** i **Quad Core** (2,30 GHz až 3,40 GHz)
    - kapacita L3 cache je 3 MB (u **Dual Core**) nebo 6 MB (u **Quad Core**) a je sdílená všemi jádry
    - většina variant má integrovanou grafickou kartu **Intel HD Graphics 2000** nebo **Intel HD Graphics 3000**

09/10/2014

36

## 2nd Generation Processors (2)

- 2nd Generation Intel Core i7 (Sandy Bridge):
  - Quad Core (2,80 GHz až 3,50 GHz)
  - kapacita L3 cache je 8 MB (sdílená všemi jádry)
  - mají integrovanou grafickou kartu Intel HD Graphics 2000 nebo Intel HD Graphics 3000
- 2nd Generation Intel Core i7 (Sandy Bridge E):
  - Quad Core i Hexa Core (3,20 GHz až 3,60 GHz)
  - kapacita L3 cache je 10 MB nebo 12 MB (sdílená)
  - řadič operační paměti podporuje navíc práci s pamětmi DDR3-1600
  - neobsahují grafickou kartu

09/10/2014

37

## 2nd Generation Processors (3)

- Každé jádro obsahuje:
  - L1 cache paměť o kapacitě:
    - 32 kB pro instrukce
    - 32 kB pro data
  - L2 cache paměť o kapacitě 256 kB (společná pro data i instrukce)
- Jsou připojeny pomocí rozhraní DMI 2, které (oproti DMI) zdvojnásobuje přenosovou rychlost:
  - 5 GT/s  $\Rightarrow$  500 MB/s na jedné lince v jednom směru
  - maximální přenosová rychlost (pro 4 linky) jsou 2 GB/s (4 GB/s)

09/10/2014

38

## 2nd Generation Processors (4)

- Obsahují rozšíření instrukční sady AVX (Advanced Vector Extensions):
  - instrukce určené pro výpočty v pohyblivé desetinné čárce
- AVX je možné využít např. při:
  - práci se zvukem nebo videosekvencemi
  - realizaci vědeckých simulací
  - práci s 3D modely
- Procesory Core i7 (Sandy Bridge E) mají i rozšíření instrukční sady AES (Advanced Encryption Standard):
  - slouží pro zvýšení rychlosti aplikací provádějících kódování a dekodování

09/10/2014

39

## 3rd Generation Processors (1)

- Procesory vyráběné s technologií 22 nm (Ivy Bridge nebo Ivy Bridge E) a označované:
  - 3rd Generation Intel Core i3 (Ivy Bridge):
    - Dual Core (2,80 GHz až 3,40 GHz)
    - neobsahují Intel Turbo Boost Technology
    - kapacita L3 cache je 3 MB (sdílená oběma jádry)
    - mají integrovanou grafickou kartu Intel HD Graphics 2500 nebo Intel HD Graphics 4000
  - 3rd Generation Intel Core i5 (Ivy Bridge):
    - Dual Core i Quad Core (2,30 GHz až 3,40 GHz)
    - kapacita L3 cache je 3 MB (u Dual Core) nebo 6 MB (u Quad Core) a je sdílená všemi jádry
    - většina variant má integrovanou grafickou kartu Intel HD Graphics 2500 nebo Intel HD Graphics 4000

09/10/2014

40

## 3rd Generation Processors (2)

- 3rd Generation Intel Core i7 (Ivy Bridge):
  - Quad Core (2,50 GHz až 3,50 GHz)
  - kapacita L3 cache je 8 MB (sdílená všemi jádry)
  - mají integrovanou grafickou kartu Intel HD Graphics 4000
- 3rd Generation Intel Core i7 (Ivy Bridge E):
  - Quad Core i Hexa Core (3,40 GHz až 3,70 GHz)
  - kapacita L3 cache je 10 MB nebo 12 MB (sdílená)
  - neobsahují grafickou kartu
- Každé jádro obsahuje:
  - L1 cache paměť o kapacitě:
    - 32 kB pro instrukce
    - 32 kB pro data
  - L2 cache paměť o kapacitě 256 kB (společná pro data i instrukce)

09/10/2014

41

## 3rd Generation Processors (3)

- Jsou připojeny pomocí rozhraní DMI 2
- Obsahují rozšíření instrukční sady AVX
- Integrovaný řadič operační paměti podporuje práci s pamětmi DDR3-1333 a DDR3-1600
- Procesory Core i7 (Ivy Bridge E):
  - mají i rozšíření instrukční sady AES
  - jejich řadič operační paměti podporuje navíc práci s pamětmi DDR3-1866

09/10/2014

42

## 4th Generation Processors (1)

- Procesory vyráběné s technologií 22 nm (**Haswell, Crystal Well** nebo **Devil's Canyon**) a označované:
  - 4th Generation Intel Core i3 (Haswell):
    - Dual Core (2,90 GHz až 3,80 GHz)
    - neobsahují Intel Turbo Boost Technology
    - kapacita L3 cache je 3 MB nebo 4 MB (sdílená)
    - mají integrovanou grafickou kartu Intel HD Graphics 4400 nebo Intel HD Graphics 4600
  - 4th Generation Intel Core i5 (Haswell):
    - Dual Core i Quad Core (1,90 GHz až 3,50 GHz)
    - kapacita L3 cache je 4 MB (u Dual Core) nebo 6 MB (u Quad Core) a je sdílená všemi jádry
    - má integrovanou grafickou kartu Intel HD Graphics 4600

09/10/2014

43

## 4th Generation Processors (2)

- 4th Generation Intel Core i5 (Crystal Well):
  - Quad Core (2,70 GHz až 3,00 GHz)
  - kapacita L3 cache je 4 MB (sdílená)
  - má integrovanou grafickou kartu Intel Iris Pro Graphics 5200
- 4th Generation Intel Core i5 (Devil's Canyon):
  - Quad Core (3,50 GHz)
  - kapacita L3 cache je 6 MB (sdílená)
  - má integrovanou grafickou kartu Intel HD Graphics 4600
- 4th Generation Intel Core i7 (Haswell):
  - Quad Core (2,00 GHz až 3,60 GHz)
  - kapacita L3 cache je 8 MB (sdílená)
  - má integrovanou grafickou kartu Intel HD Graphics 4600

09/10/2014

44

## 4th Generation Processors (3)

- 4th Generation Intel Core i7 (Crystal Well):
  - Quad Core (3,20 GHz)
  - kapacita L3 cache je 6 MB (sdílená)
  - má integrovanou grafickou kartu Intel Iris Pro Graphics 5200
- 4th Generation Intel Core i7 (Devil's Canyon):
  - Quad Core (4,00 GHz)
  - kapacita L3 cache je 8 MB (sdílená)
  - má integrovanou grafickou kartu Intel HD Graphics 4600
- Kapacity L1 a L2 cache paměti jsou stejné jako u předcházejících procesorů
- Jsou připojeny pomocí rozhraní DMI 2

09/10/2014

45

## 4th Generation Processors (4)

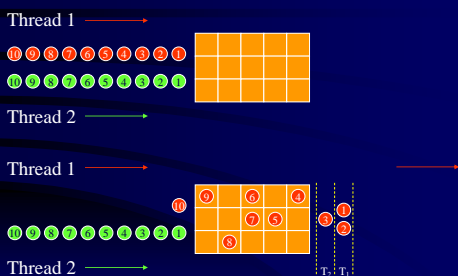
- Řadič operační paměti podporuje práci s pamětmi DDR-1333 a DDR3-1600
- Obsahují rozšíření instrukční sady AVX 2.0 (Advanced Vector Extensions 2)

09/10/2014

46

## HT vs Dual Core (1)

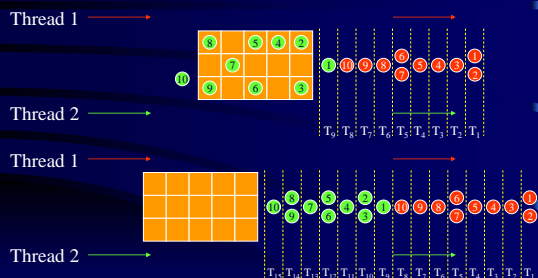
- Processor neobsahující HT ani Dual Core:



09/10/2014

47

## HT vs Dual Core (2)



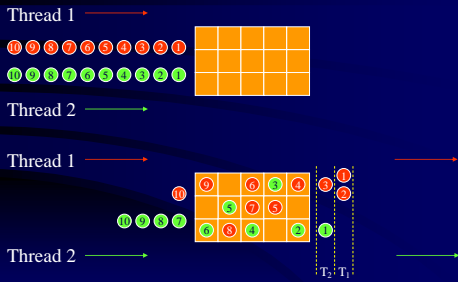
09/10/2014

48



### HT vs Dual Core (3)

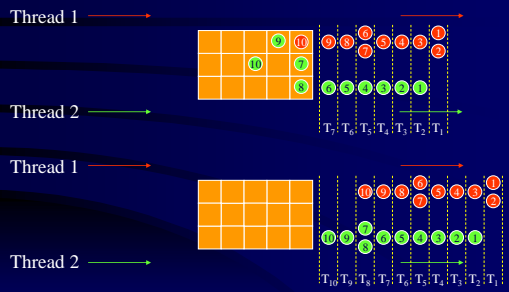
- Processor obsahující HT (bez Dual Core):



09/10/2014

49

### HT vs Dual Core (4)

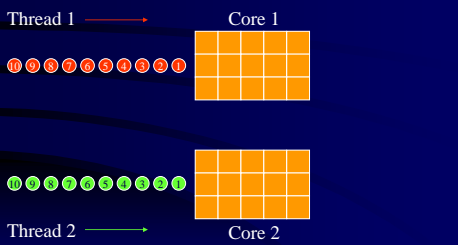


09/10/2014

50

### HT vs Dual Core (5)

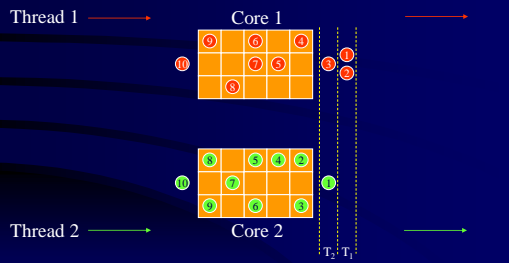
- Processor obsahující Dual Core (bez HT):



09/10/2014

51

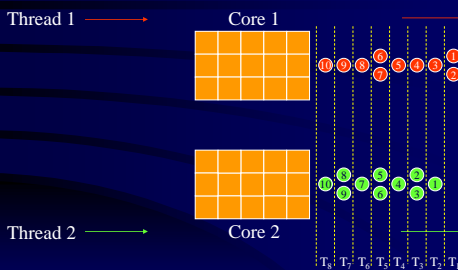
### HT vs Dual Core (6)



09/10/2014

52

### HT vs Dual Core (7)

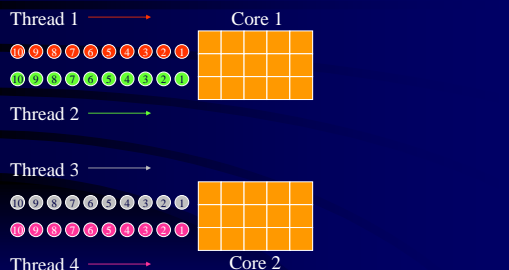


09/10/2014

53

### HT vs Dual Core (8)

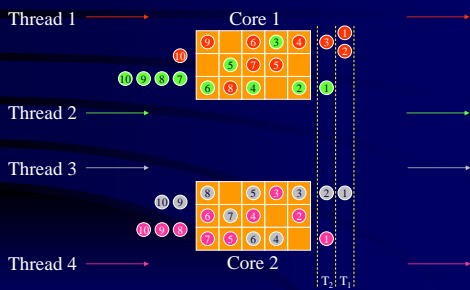
- Processor obsahující Dual Core i HT:



09/10/2014

54

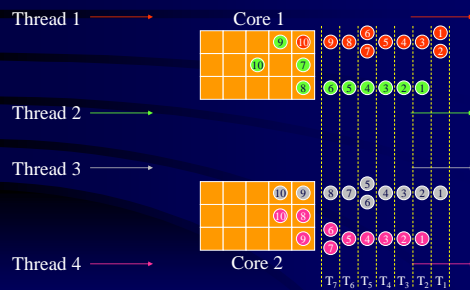
## HT vs Dual Core (9)



09/10/2014

55

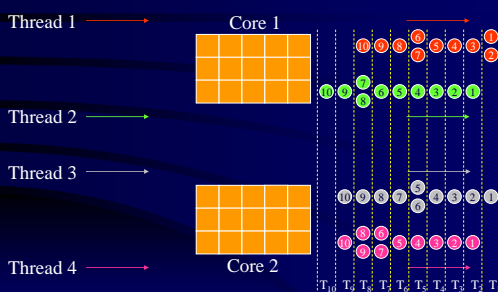
## HT vs Dual Core (10)



09/10/2014

56

## HT vs Dual Core (11)



09/10/2014

57

## Intel Celeron (1)

- Vyráběn s taktem:
  - 266 MHz, 300 MHz – 0 kB L2 cache
  - 300A MHz až 1,10 GHz – 128 kB L2 cache
  - 1,00A, 1,10A GHz až 1,40 GHz – 256 kB L2 cache
  - 1,60 GHz až 2,80 GHz – 128 kB L2 cache (ATC)
- Interní (L1) cache 32 kB (16 kB / 16 kB)
- MMX (procesory s frekvencí 1,00A; 1,10A GHz a vyšší obsahují i SSE)
- DIB – Dual Independent Bus
- Dynamic Execution Technology

09/10/2014

58

## Intel Celeron (2)

- FPU jednotka
- Takt systémové sběrnice:
  - 66 MHz: pro procesory do frekvence 766 MHz (včetně)
  - 100 MHz: pro procesory s frekvencí nad 766 MHz do 1,40 GHz (včetně)
  - „400 MHz“: pro procesory s frekvencí nad 1,40 GHz

09/10/2014

59

## Intel Celeron (3)

- Vyráběn v pouzdech:
  - S.E.P.P. (433, 400, 366, 333 a 300A, 300, 266 MHz) – 242 kontaktů - Slot 1 (SC242)
  - PPGA (300A – 533 MHz a vyšší) – Socket 370
  - FC-PGA (533A – 1100 a 1100A MHz) Socket 370
  - FC-PGA2 (1,20 – 1,40 GHz) Socket 370
  - FC-PGA2 (1,60 – 2,80 GHz) Socket mPGA478

09/10/2014

60

## Intel Celeron (4)

- Procesory Celeron s frekvencí 1,60 GHz a vyšší poskytují:
  - mikroarchitekturu **NetBurst**:
    - **rapid execution engine**: dvě ALU pracující s dvojnásobnou frekvencí oproti jádru procesoru
    - **hyperpipelined technology**
    - **execution trace cache**: cache paměť pro 12 k dekodovaných micro-ops
  - **Advanced Dynamic Execution**:
    - very deep out-of-order execution
    - enhanced branch prediction
  - 8 kB L1 cache pro data
  - rozšíření instrukční sady SSE2

09/10/2014

61

## Intel Celeron (5)

- Novější varianty procesoru Intel Celeron jsou vyráběny s technologií 65 nm
- Jejich frekvence jsou 1,6 GHz – 2,13 GHz
- Tyto procesory v sobě zahrnují rysy mikroarchitektury **Core** a jsou vybaveny:
  - systémovou sběrnici pracující na frekvenci „533 MHz“ nebo „800 MHz“
  - L2 cache paměti o kapacitě 512 kB nebo 1 MB
  - technologii **Intel 64 Architecture (EM64T)**

09/10/2014

62

## Intel Celeron D (1)

- Procesor podobný procesoru Intel Celeron (s frekvencí 1,60 GHz a vyšší)
- Vyráběn s frekvencemi 2,13 GHz – 3,60 GHz
- Frekvence systémové sběrnice je „533 MHz“
- Kapacita L2 cache paměti je 256 kB nebo 512 kB
- 16 kB L1 cache pro data
- Cache paměť pro 12 k dekodovaných micro-ops
- Obsahuje rozšíření instrukční sady SSE3

09/10/2014

63

## Intel Celeron D (2)

- Vyráběn v pouzdře:
  - FC-PGA478: pro Socket mPGA 478,
  - FC-LGA4 a FC-LGA: pro Socket LGA775
- Některé varianty procesoru Intel Celeron D obsahují i technologii **Intel 64 Architecture (EM64T)**
- Procesory Intel Celeron D neobsahují:
  - **Dual Core**
  - **Intel Virtualization Technology**
  - **EIST**
  - **Hyperthreading Technology**

09/10/2014

64

## Intel Celeron Dual Core

- Vyráběn s frekvencemi 1,60 GHz – 2,70 GHz
- Frekvence systémové sběrnice je „800 MHz“
- Kapacita L2 cache paměti je 512 kB nebo 1 MB (Advanced Smart Cache)
- Je vybaven:
  - 2 x 32 kB L1 cache pro data
  - 2 x 32 kB L1 cache pro instrukce
- Obsahuje technologie:
  - **Dual Core**
  - **EIST**
  - **Intel 64 Architecture (EM64T)**
- Obsahuje rozšíření instrukční sady SSE3
- Poskytuje Advanced Dynamic Execution

09/10/2014

65

## Intel 64 Architecture (1)

- Architektura označovaná dříve jako **EM64T** – **Extended Memory 64 Technology**
- Dovoluje potencionálně 64bitové adresování paměti, tj. mapování (stránkování) 64bitové lineární adresy na 52bitovou adresu fyzickou
- Současná implementace Intel 64 Architecture umožňuje pouze mapování 48bitové lineární adresy na 40bitovou fyzickou adresu

09/10/2014

66

## Intel 64 Architecture (2)

- Přináší nový režim označovaný jako **IA-32e mode**, který se dělí na dva podrežimy:
  - **compatibility mode**:
    - dovoluje, aby pod 64bitovým operačním systémem pracovaly původní 32bitové aplikace
  - **64-bit mode**:
    - umožňuje (v rámci 64bitového OS) spouštět nové 64bitové aplikace
    - v rámci tohoto režimu má aplikace mimo jiné přístup k:
      - 64bitovému (48bitovému) lineárnímu adresovému prostoru
      - 8 novým registrům pro obecné použití
      - 8 novým registrům pro SSE, SSE2 a SSE3
      - 64bitovým registrům pro obecné použití
      - 64bitovému zpracování celých čísel

09/10/2014

67

## Intel 64 Architecture (3)

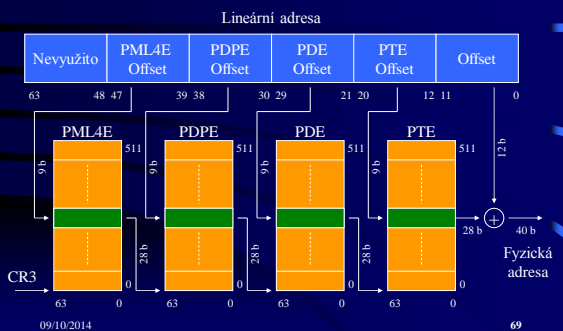
- používá tzv. **flat model**:
  - segmentace je obecně vypnuta, tzn. že básová adresa daná registry CS, DS, ES a SS je brána jako rovna nule  $\Rightarrow$  lineární adresa je rovna adrese efektivní
  - výjimku tvoří básová adresy dané registry FS a GS, jejichž hodnoty lze použít jako další báze při výpočtu lineární adresy
- stránkování je umožněno pomocí 4 tabulek:
  - **PML4E** – Page Map Level 4 Table Entry
  - **PDPE** – Page Directory Pointer Table Entry
  - **PDE** – Page Directory Table Entry
  - **PTE** – Page Table Entry
- v rámci tohoto režimu jsou podporovány dva stránkovací režimy s velikostí stránky:
  - 4 kB
  - 2 MB

09/10/2014

68

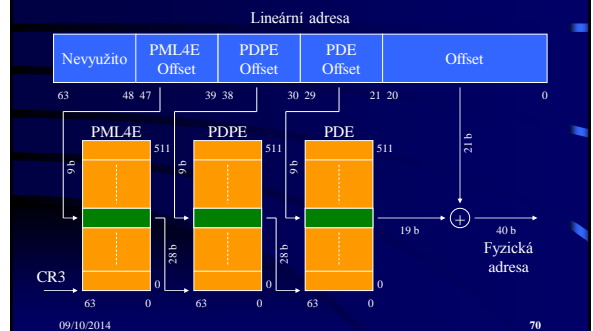
## Intel 64 Architecture (4)

Stránkovací režim se stránkou o velikosti 4 kB:



## Intel 64 Architecture (5)

Stránkovací režim se stránkou o velikosti 2 MB:



## Paměti (1)

- **Paměť**: zařízení, které slouží k ukládání programů a dat, s nimiž počítač pracuje
- Paměti počítače lze rozdělit do tří základních skupin:
  - **registry**:
    - paměťová místa na čipu procesoru
    - jsou používány pro krátkodobé uchování právě zpracovávaných informací
  - **vnitřní (interní)**:
    - paměti osazené většinou uvnitř základní jednotky
    - realizovány pomocí polovodičových součástek

09/10/2014

71

## Paměti (2)

- jsou do nich zaváděny právě spouštěné programy (nebo alespoň jejich části) a data, se kterými tyto programy pracují
- **vnější (externí)**:
  - paměti realizované většinou za pomoci zařízení používajících výměnná média v podobě disků či magnetofonových pásek
  - záznam se provádí většinou na magnetickém nebo optickém principu
  - slouží pro dlouhodobé uchování informací a zálohování dat

09/10/2014

72

## Parametry paměti (1)

- **Kapacita:**
  - množství informací, které je možné do paměti uložit
- **Přístupová doba:**
  - doba, kterou je nutné čekat od zadání požadavku, než paměť zpřístupní požadovanou informaci
- **Přenosová rychlost:**
  - množství dat, které lze z paměti přečíst (do ní zapsat) za jednotku času

09/10/2014

73

## Parametry paměti (2)

- **Statičnost / dynamičnost:**
  - **statické paměti:**
    - uchovávají informace po celou dobu, kdy je paměť připojena ke zdroji elektrického napětí
  - **dynamické paměti:**
    - zapsanou informaci mají tendenci ztrácet i v době, kdy jsou připojeny k napájení
    - informace v takových pamětech je tedy nutné neustále periodicky oživovat, aby nedošlo k jejich ztrátě

09/10/2014

74

## Parametry paměti (3)

- **Destruktivnost při čtení:**
  - **destruktivní při čtení:**
    - přečtení informace z paměti vede ke ztrátě této informace
    - přečtená informace musí být následně po přečtení opět do paměti zapsána
  - **nedestruktivní při čtení:**
    - přečtení informace žádným negativním způsobem tuto informaci neovlivní

09/10/2014

75

## Parametry paměti (4)

- **Energetická závislost / nezávislost:**
  - **energeticky závislé:**
    - paměti, které uložené informace po odpojení od zdroje napájení ztrácejí
  - **energeticky nezávislé:**
    - paměti, které uchovávají informace i po dobu, kdy nejsou připojeny ke zdroji elektrického napájení

09/10/2014

76

## Parametry paměti (5)

- **Přístup:**
  - **sekvenční:**
    - před zpřístupněním informace z paměti je nutné přečíst všechny předcházející informace
  - **přímý:**
    - je možné zpřístupnit přímo požadovanou informaci
- **Spolehlivost:**
  - střední doba mezi dvěma poruchami paměti
- **Cena za bit:**
  - cena, kterou je nutno zaplatit za jeden bit paměti

09/10/2014

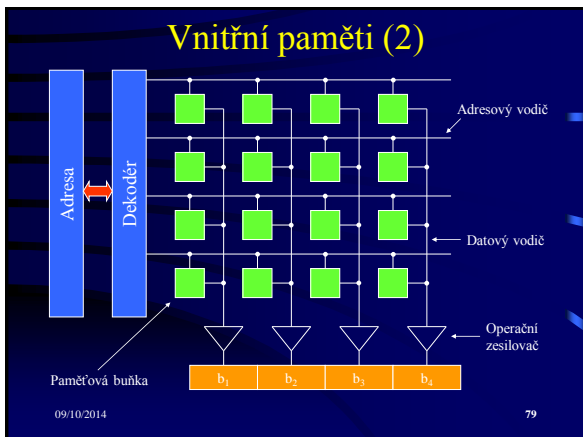
77

## Vnitřní paměti (1)

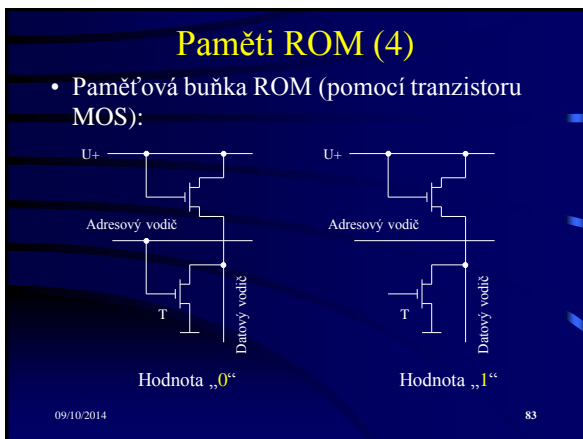
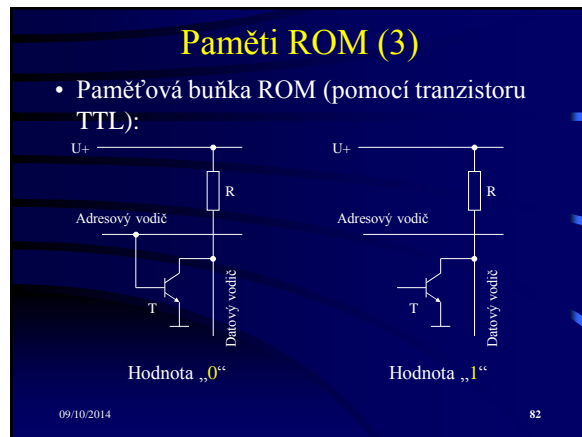
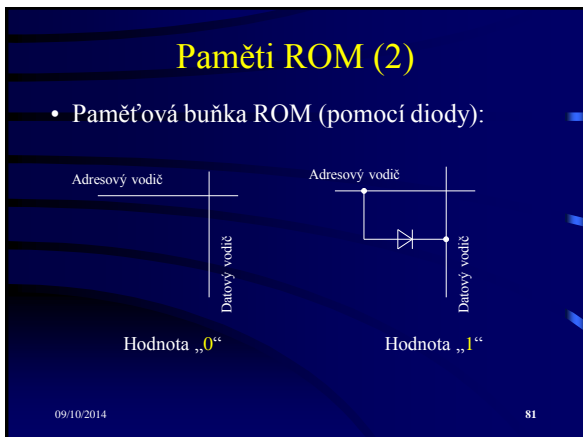
- Zapojeny jako **matice paměťových buněk**
- Každá buňka má kapacitu **jeden bit**
- Jedna paměťová buňka tedy může uchovávat pouze hodnotu **logická 1** nebo **logická 0**
- V případě vnitřních pamětí s menší kapacitou je možné jejich strukturu znázornit následujícím schématem:

09/10/2014

78



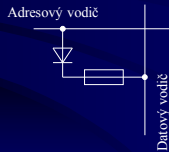
- ### Paměti ROM (1)
- **ROM** – Read Only Memory
  - Paměti určené pouze pro čtení uložených informací
  - Informace jsou do těchto pamětí pevně zapísány při jejich výrobě
  - Potom již není možné žádným způsobem jejich obsah změnit
  - Jedná se o statické a energeticky nezávislé paměti
- 09/10/2014 80



- ### Paměti PROM (1)
- **PROM** – Programable Read Only Memory
  - Neobsahují po vyrobení žádnou pevnou informaci
  - Příslušný zápis informace provádí uživatel
  - Zápis je možné provést pouze jednou a poté již paměť slouží stejně jako paměť ROM
  - Zápis informace se provádí vyšší hodnotou elektrického proudu (cca 10 mA), která způsobí přepálení tavné pojistky
- 09/10/2014 84

## Paměti PROM (2)

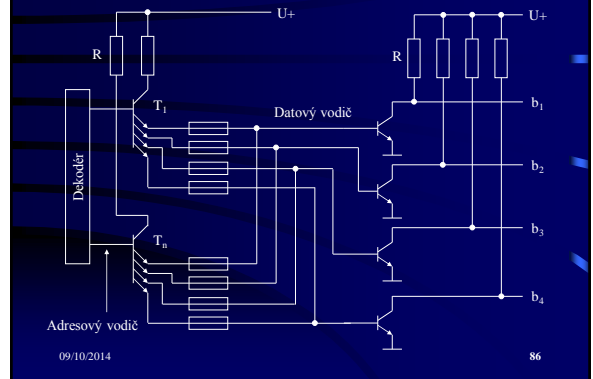
- Paměti PROM představují statické a energeticky nezávislé paměti
- Paměťová buňka PROM (pomocí diody a pojistky – NiCr):



09/10/2014

85

## Paměti PROM (3)



09/10/2014

86

## Paměti EPROM

- **EPROM** – Eraseable PROM
- Statické energeticky nezávislé paměti určené pro čtení i zápis informací
- Zapsané informace je možné vymazat působením ultrafialového záření
- Realizovány pomocí speciálních unipolárních tranzistorů, které jsou schopny na svém přechodu udržet elektrický náboj po dobu až několika let

09/10/2014

87