

Компютърна система с процесор Intel Pentium, Socket 7

1. Процесорът Intel Pentium

1.1 Общо представяне

Петото поколение процесори на Intel (с кодово име P5) се нарича Pentium, а не 586, както всички са очаквали, следвайки логиката на именуване на дотогавашните поколения процесори. Причината е, че Intel откриват, че не могат да използват цифрово означение като запазена марка. С това фирмата иска да предотврати възможността другите производители да предлагат собствените си процесори със същото означение като това на INTEL.

Първият Pentium чип е произведен на 22 март 1993 година. Няколко месеца по-късно се появяват и системите, които го използват. На 7 март 1994 г. е представено второто поколение на процесорите Pentium. По-късно се появяват и процесорите от трето поколение MMX.

Pentium процесорът е напълно съвместим с предишните процесори на Intel, но в много отношения се различава от тях. Не става дума за добавянето само на някои компоненти, както е при прехода от 386 към 486, а за нова вътрешна структура на процесорите. Най-съществената разлика е, че Pentium включва два конвейера за данни, което му позволява да изпълнява две инструкции едновременно. 486 процесорите и техните предшественици могат да изпълняват само по една инструкция в даден период от време. Способността да се изпълняват по две инструкции по едно и също време Intel наричат суперскаларна архитектура. Тази технология осигурява допълнителна производителност спрямо 486 процесора.

Стандартният 486 процесор може да изпълнява една инструкция средно за два такта. Това време намалява на една инструкция на такт при DX2 и DX4, които работят с умножаване на вътрешната честота. Със своята суперскаларна архитектура Pentium може да изпълнява множество инструкции със скорост две инструкции на такт. Обикновено суперскалариата архитектура се свързва с високопроизводителните процесори със съкратен набор от инструкции (RISC)ⁱ. Pentium е един от първите процесори със сложен набор от инструкции (CISC)ⁱⁱ, който се счита за суперскаларен. Можете да си представите Pentium нагледно като два 486 чипа в един корпус.

1.2 Характеристики на процесора Pentium

Спецификациите на процесорите Pentium са дадени в Таблица 1.

Таблица 1 Спецификации на процесора Pentium

Характеристика	първо поколение	второ поколение
Максимални работни честоти (MHz)	60, 66	75, 90, 100, 120, 133, 150, 166, 200
Множител на тактовата честота	1x	1.5x до 3x
Размер на регистрите	32-битови	
Външна шина за данни	64-битова	
Адресна шина	32-битова	
Максимална адресируема памет	4 GB	
Размер на интегрирания кеш	8KB за код и 8KB за данни	

Вид на интегрирания кеш	двупосочен, асоциативен, с отложен запис	
Трансфери в burst режим	Да	
Брой транзистори	3.1 милиона	
Размер на елементите (микрони)	0.8	0.6 (75 до 100 MHz); 0.35 (120 и нагоре)
физически корпус	273-изводен PGA	296-изводен SPGA
Математически копроцесор (FPU)	вграден	
Управление на енергията	SMM, разширен във второто поколение	
Работно напрежение	5V	3,465V; 3,3V; 3,1V; 2,9V

PGA = Pin grid array —решетъчно разположение на изводите

SPGA — Staggered pin grid array – шахматно решетъчно разположение на изводите

1.3 Особености в архитектурата на процесора Pentium

1. Два конвейера за инструкции

Както беше упоменато по-горе, най-съществената особеност на Pentium са двата конвейера за инструкции. Те се наричат u-конвейер и v-конвейер. U-конвейерът, който е главният, може да изпълнява всички целочислени инструкции и инструкции с плаваща запетая. V-конвейерът е вторичен конвейер, който може да изпълнява само прости целочислени инструкции и конкретни инструкции с плаваща запетая. Процесът на изпълняване на две инструкции едновременно се нарича съединяване по двойки (pairing). Не всички последователни инструкции могат да бъдат изпълнявани две по две, и когато това не е възможно, се използва само u-конвейерът. За да се оптимизира работата на Pentium процесора, софтуерът може да се прекомпилира така, че повече двойки инструкции да бъдат изпълнявани едновременно.

2. Буфер за възможните преходи в програмата

Pentium процесорът притежава буфер за възможните преходи в програмата - ВТВ (branch target buffer), който използва техника, наречена предсказване на преходи. Тя намалява престоите на конвейерите, причинени от забавяне при извличане на инструкции, които се разклоняват в непоследователни области от паметта. ВТВ буферът се опитва да предскаже дали ще се извърши преход в програмата, след което извлича подходящите инструкции. Използването на техниката за предсказване на преходи позволява на процесора да поддържа и двата конвейера максимално натоварени.

3. 64-битова шина за данни

Pentium има 32-битова адресна шина, която позволява адресирането на 4GB памет, както е при 386 и 486 процесорите. При Pentium обаче шината за данни е 64-битова, което означава, че той може да прехвърля два пъти повече данни, отколкото един 486 процесор със същата тактова честота. 64-битовата шина за данни изисква достъпът до системната памет да се осъществява с ширина 64 бита, така че всяка банка памет е 64-битова.

При повечето дънни платки паметта се инсталира чрез SIMM модули или DIMM модули. SIMM-овете са налични в 8-битови или 32-битови версии, докато DIMM-овете

са с ширина 64 бита. Съществуват и памети с допълнителен бит за контрол по четност или код за поправяне на грешки (error correcting code - ECC). Повечето Pentium системи използват SIMM-ове с ширина 32 бита - по два за една банка памет. Повечето от дънните платки за Pentium притежават поне четири цокъла за тези 32-битови SIMM модули, което ще рече две банки памет. По-късните Pentium системи и повечето Pentium II системи използват DIMM модули, които са 64-битови – точно както външната шина за данни на процесора, така че в една банка се използва само един модул. Това прави инсталирането или надграждането на паметта доста по-лесно, защото DIMM модулите могат да се инсталират всеки сам за себе си и не е необходимо да съвпадат по двойки.

Въпреки че Pentium има 64-битова шина за данни, по която се прехвърлят едновременно 64 бита информация към и от процесора, вътрешните регистри на Pentium са 32-битови. При вътрешната обработка на инструкциите, те се разбиват на 32-битови инструкции и данни, след което се обработват както при процесора 486, т.е. Pentium е напълно съвместим с процесора 486.

4. Отделни вътрешни кешове за инструкции и данни

Pentium има два отделни вътрешни кеша от по 8КВ, за разлика от 486, който има един вътрешен кеш от 8КВ или 16КВ. Кеш контролерът и кеш паметта са вградени в самия чип. Кешът съдържа точно копие на информация, намираща се в RAM паметта, като могат да бъдат кеширани данни и инструкции от различни области от паметта.

Отделните кешове за инструкции и данни са организирани като двупосочен асоциативен кеш, като всяка от двете части (посоки) се разделя на редове от по 32 байта. Всеки кеш има собствен буфер за динамични трансляции (translation lookaside buffer - TLB), който преобразува адресите от редовете (виртуалните линейни адреси) във физически.

Кешът на Pentium също така може да отлага записването на данните в паметта, докато процесорът и останалите системни компоненти не станат по-малко натоварени. За да се гарантира, че процесорът работи с актуални данни, съдържанието на кеша винаги трябва да бъде в синхрон със съдържанието на основната памет. При операции за запис тази синхронизация може да се изпълнява незабавно (write-through) или отложено (write-back).

Процесорите 486 извършват всички записи в паметта директно (write-through), т.е. когато процесорът записва информация в кеша, тя незабавно се записва и в основната памет.

Новото при процесорите Pentium е, че притежават кеш с отложен запис (write-back). При операции за запис в write-back режим, първо се актуализират данните в кеша, при което в кеш-контролера се установява т.нар. Dirty Bit (мръсен бит), който указва, че данните в кеша не съответстват на данните в паметта. Данните в паметта се актуализират едва при изваждането на съответните данни от кеша. Използването на write-back режима намалява обмена между процесора и системната памет - важно подобрене, защото обръщанията към системната памет са най-тесният участък при бързите системи.

Дали да се използва режима write-back или write-through, се задава в BIOS Setup.

Кешът за код е защитен от запис, защото той съдържа само инструкции за изпълнение, а не данни, които се обновяват.

5. Вторичен кеш (L2)

Системите с Pentium процесори могат значително да повишат бързодействието си, като използват вторични процесорни кешове (L2), които обикновено се състоят от 512 KB или повече изключително бързи SRAM чипове (с време за достъп 15 ns и по-малко). Когато процесорът извлича данни, които не се намират във вътрешния му кеш (L1), състоянията на изчакване го забавят. Но ако данните вече се намират във вторичния кеш, процесорът може да продължи своята работа, без да добавя състояния на изчакване.

6. BiCMOS технология

За постигане на високата очаквана производителност, в Pentium е използвана BiCMOS (Bipolar Complementary Metal-Oxide Semiconductor) технология и суперскаларна архитектура. BiCMOS усложнява конструкцията на процесора с около 10%, но пък се добавя около 30-35% по-добра производителност, без да се увеличават размерите или консумираната енергия.

7. Управление на консумираната енергия

Всички Pentium процесори са SL разширени - те включват SMMⁱⁱⁱ за осигуряване на всички енергоспестяващи функции, допринасящи за намаляване на консумираната мощност. Процесорите Pentium от второ поколение (75MHz и по-бързи) включват подобрен SMM с управление на честотата на процесора. Това ви позволява да ускорявате или да забавяте работата на процесора, за да контролирате консумацията на енергия. Възможно е дори да спрете тактовата честота, при което процесорът изпада в режим на преустановяване на работа (suspend) и консумира много малко енергия. Второто поколение Pentium процесори работят със захранване 3,3V (вместо на 5V), което още повече намалява консумираната енергия и съответно отделянето на топлина.

За още по-ниска консумация на енергия Intel представят специални Pentium процесори от фамилията 75-266MHz, които използват технология за намаляване на напрежението. Тези процесори са предназначени изключително за мобилни системи.

8. Вграден математически копроцесор

Pentium процесорът, както и 486, съдържа вграден математически копроцесор или устройство за операции с плаваща запетая - FPU. Копроцесорът на Pentium е пренаписан и се представя значително по-добре от този на 486, като запазва съвместимостта си с 486 и 387 копроцесорите. Той е от 2 до 10 пъти по-бърз от копроцесора на 486.

1.4 Поколения на процесора Pentium

Създадени са три поколения на процесора Pentium (P5):

- **първо поколение** - 60 и 66 MHz с работно напрежение 5 V. Работи с множител 1x, т.е на честотата на системната шина. Използва се 0,8-микронен BiCMOS процес; Недостатък е, че се получава кристал с изключително големи размери, който е доста сложен за производство. Освен това, консумацията на енергия е много голяма и се отделя огромно количество топлина.

- **второ поколение** - 75, 90, 100, 120, 133, 150, 166, 200 MHz. Работят с множител 1.5x до 3x, като дънните платки за тези процесори имат настройки за честота на системната шина 50MHz, 60MHz и 66MHz. Използва се 0,6-микронна (версиите до 100 MHz), а във версиите 120 MHz и нагоре - 0,35-микронна BiCMOS технология. Намаленият размер на кристала води до понижен разход на енергия и по-малко топлоотделяне. Освен това по-новите процесори работят с по-ниско напрежение. Второто поколение Pentium процесори са пакетирани в 296-изведен SPGA корпус, който е физически несъвместим с този на първото поколение. Второто поколение Pentium процесори също така имат 3,3 милиона транзистора - 0,2 милиона повече от по-ранните чипове. Тези транзистори се използват за допълнително управление на честотата на процесора чрез SL разширенията^{iv}, за вградения усъвършенстван програмируем контролер на прекъсванията (APIC - advanced programmable interrupt controller)^v, а също и за интерфейса за двупроцесорна конфигурация.
- **трето поколение** – MMX процесори. Тези процесори имат подобрени мултимедийни възможности, като позволяват да се изпълни една инструкция над множество данни (SIMD – Single Instruction Multiple Data) и освен това са добавени нови 57 инструкции, проектирани специално за работа с видео, звук и графика.

ⁱ RISC (reduced instruction set computer) – намален набор от прости инструкции, изпълняващи се бързо, тъй като изискват само един или няколко цикъла на изпълнение

ⁱⁱ CISC (complex instruction set computer) – разширен набор от сложни инструкции, които изискват голям брой цикли, за да се изпълнят

ⁱⁱⁱ SMM е съкращение от system management mode (режим на управление на системата). Представява набор от възможности за пестене на енергията. Първоначално схемата SMM е използвана в процесора 486SL, който се използва в преносими компютри (това е подобрена версия на процесора 486DX), а впоследствие се включва във всички Pentium и по-нови процесори.

SMM схемите се интегрират във физическия чип, но оперират независимо, за да контролират консумацията на енергия от страна на процесора, като се базират на неговото ниво на активност. Те дават възможност на потребителя да посочва времеви интервал, след който процесорът да бъде частично или напълно изключен от захранването. Поддържа се и възможността Suspend/Resume (преустановяване/възобновяване) позволяваща незабавно подаване или спиране на захранването - тя се използва най-вече в лаптоп PC-тата. Тези настройки обикновено се контролират от системния BIOS.

^{iv} SL разширенията представляват възможности за управление на консумираната енергия.

Специализираните енергоспестяващи функции включват така наречения "спящ" режим (sleeping mode) и регулиране на тактовата честота (clock throttling), при което се намалява консумираната мощност.

^v Като заместител на традиционната двойка контролери на прекъсванията 8259, в средата на 90-те години Intel създават усъвършенстван програмируем контролер на прекъсванията APIC. Той осигурява поддръжка за многопроцесорни системи, но също се използва в еднопроцесорни компютри. Главното предимство на APIC за единичен процесор е поддръжката на виртуални PCI прекъсвания с по-голям брой от 15, обикновено до 24.