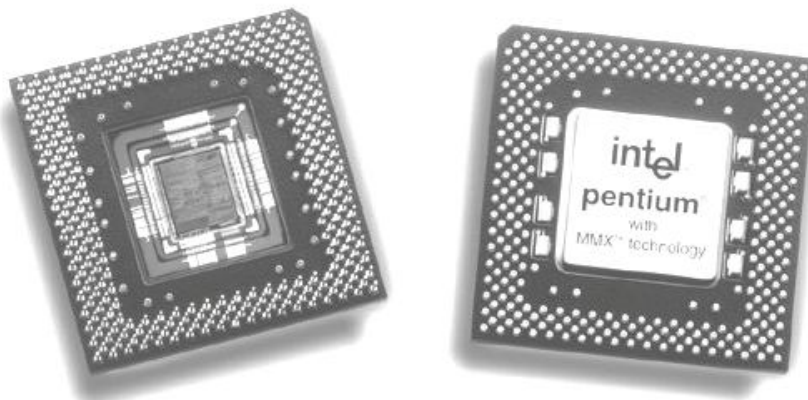


## Компютърна система с процесор Pentium Pro и MMX

### 1. Процесорът Intel Pentium MMX

#### 1.1 Общо представяне

Третото поколение Pentium (P5) процесори (с кодово име P55C), които включват така наречената MMX технология са пуснати в продажба през януари 1997 година (фиг.1), т.е около година след Pentium Pro (ноември 1995 г.), който е първият PC процесор от шесто поколение (това е поколението на Pentium II и Pentium III).



фиг. 1 Процесор Pentium MMX

Pentium MMX е изграден различно от очакванията не върху PentiumPro, а върху стандартния процесор Pentium и има много общи неща с Pentium процесорите от второ поколение, включително суперскаларната архитектура, поддръжката на многопроцесорност, вграден локален APIC контролер<sup>1</sup> и енергоспестяващи функции. Новите характеристики включват конвейерно MMX устройство, по 16KB кеш за код и за данни (по 8KB в по-ранните Pentium-и) и 4,5 милиона транзистора.

MMX означава Multi Media Extention (разширение за мултимедия) и има 57 нови инструкции, които са вградени специално за програми, обработващи изображения, и за поддръжка на видео, графика и звук - т. е. за мултимедийни приложения. При това инструкциите не се преобразуват в RISC-операции както при PentiumPro, а са вградени директно в чипа (Native Code). Програмите трябва да са написани специално за тези нови инструкции. Друга особеност на MMX е използването на процес, който Intel наричат една инструкция, множество данни (single instruction multiple data - SIMD). Това позволява една инструкция да изпълни същите функции върху множество данни. Причината за въвеждането на SIMD е, че голям брой от мултимедийните и комуникационни приложения използват циклично повтарящи се инструкции, отнемат много време за изпълнение.

При Pentium MMX няма интегрирана вторична кеш-памет (L2-Cache). Тя се поставя външно на дънната платка и работи на честотата на системната шина 66 MHz, което е сериозен недостатък, тъй като процесорът работи с доста по-висока умножена честота (2.5x до 4x). Този проблем е решен в следващото поколение процесори чрез вграждане на L2 кеша в CPU.

---

<sup>1</sup> 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.

От PentiumPro за MMX-процесорите е взет подобреният модул за предсказване на разклоненията Branch Prediction Unit (BPU). Първият процесор е с тактова честота 166 MHz и по производителност отговаря на стандартен Pentium, работещ с тактова честота 200 MHz, което се дължи на първо място на увеличената кеш-памет (L1- Cache).

Новост на MMX в сравнение със стандартния процесор Pentium е захранването, което сега не е типичното 3,3V, а се дели на напрежение за ядрото на процесора (2,8 V) и напрежение за изходните драйвери (I/O, 3,3 V).

### **1.2 Характеристики на процесора Pentium MMX**

- тактови честоти – при честота на системната шина 66MHz – 166 (2.5x), 200 (3x), 233 (3.5x) и 266 MHz (4x);
- технологичен процес 0,35-микронен CMOS процес, а за мобилните 233MHz и 266MHz процесори - 0,25-микронен процес;
- 4,5 милиона транзистора;
- захранващо напрежение - 2,8 V, а за мобилните – 1.8 V;
- цокъл Socket 7 с VRM модул
- увеличена вътрешна кеш-памет (L1-Cache) – по 16KB кеш за инструкции и за данни;
- липсва интегрирана L2 кеш памет (поставя се външно на дънната платка и работи на честотата на системната шина 66 MHz);
- конвейерно MMX устройство с 57 нови инструкции, проектирани специално за мултимедийни приложения;
- подобрен модул за предсказване на разклоненията BPU;

## **2. Цокли за процесори Pentium MMX**

Както за стандартните Pentium, така и за MMX-процесорите се използва един и същи цокъл (Socket 7) и външно разликата между стандартен и MMX-процесор може да се определи само по надписа MMX.

За да използва Pentium MMX, дънната платка трябва да е в състояние да осигури пониското (2,8V или по-малко) напрежение, което се изисква от тези процесори. За да предостави по-универсално решение за дънни платки, които да поддържат такива напрежения, Intel разработиха спецификацията Socket 7 с VRM модул (Voltage regulator module – модул за регулиране на напрежението). VRM модулът се поставя в цокъл, който е разположен близо до процесора, и осигурява правилното напрежение. Тъй като модулът е лесно заменим, то и конфигурирането на една дънна платка да поддържа което и да е от напреженията, изисквани от по-новите Pentium процесори, също е лесно.

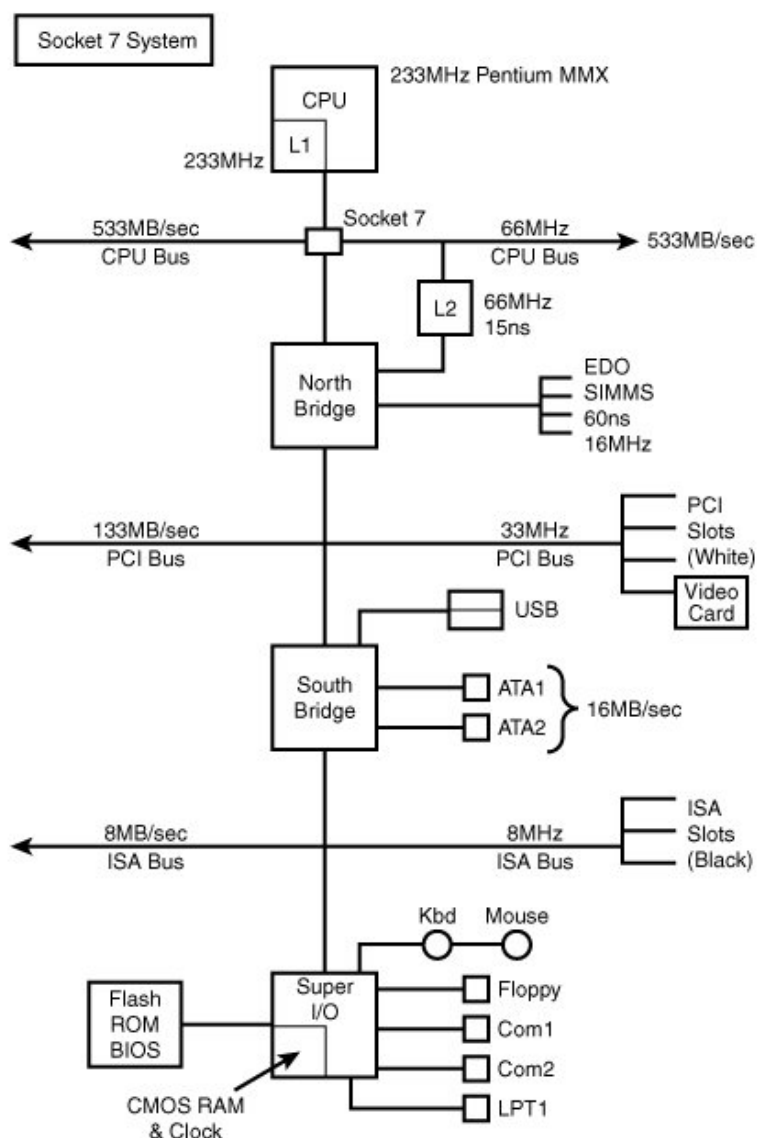
## **3. Компютърна система с процесор Intel Pentium MMX, Socket 7**

Компютърните системи с процесор Intel Pentium използват архитектура „северен-южен мост”, в която участва новата локална шина PCI. При тази архитектура системата от шини, свързващи различните компоненти, се разделя на три слоя. В най-горния слой се намира най-бързата шина – процесорната (FSB – предна шина), в средния слой – PCI и в най-долния – бавната ISA шина.

На фиг. 2 е показана блок схема на компютърна система с процесор Intel Pentium MMX. Към северния мост са свързани процесора, основната памет и кеш паметта от второ ниво. Системата работи с бързата за времето си EDO памет, изпълнена като SIMM модули.

Вторичната кеш памет L2 не е вградена в процесора, а е поставена външно на дънната платка и работи на честотата на системната шина 66 MHz. Графичната карта се поставя в PCI слот и работи със скоростта на PCI шината. Това е недостатък, причиняващ тясно място в системата, макар че е крачка напред в сравнение със системите с ISA, EISA и MCA архитектура. В следващите поколения компютърни системи проблемът с производителността на видеосистемата е решен чрез създаването на AGP порта, а по-късно – на шината PCI-express.

Северният мост се свързва с южния мост чрез 32-битовата шина PCI 33 MHz, осигуряваща пропускателна способност 133 MB/s.



фиг. 2 Блок-схема на компютърна система с процесор Pentium MMX

Южният мост съдържа двата контролера за DMA, контролерите за прекъсванията, таймер-брояча, енергоспестяващите функции и двуканален IDE интерфейс. Към южния мост са свързани високоскоростни твърди дискове и оптични устройства (CD-ROM), до две на всеки IDE канал – общо 4. Към южния мост е свързана и новосъздадената USB шина. За

съжаление, по онова време липсват каквито и да било USB устройства, които да могат да се включат към USB порта, а и не съществуват операционни системи или драйвери, които да поддържат USB шината.

Южният мост се свързва чрез ISA шина към входно-изходния контролер (супер I/O чипа). Той съдържа всички стандартни портове за периферия, които са вградени в дънната платка. Осигурява директна комуникация между южния мост и устройствата, свързани към PS/2 портовете (клавиатура и мишка), паралелния и серийния порт, наличните флопидискови устройства и Flash ROM BIOS. При компютърните системи от това поколение CMOS-RAM е вграден в Super I/O чипа, а в следващите поколения – в южния мост.

## 4. Процесорът Intel Pentium Pro

### 4.1 Общо представяне на процесорите от шесто поколение

P6 (686) процесорите представляват ново поколение с възможности, които липсват в предишното поколение чипове. Процесорната фамилия P6 започна с появата на Pentium Pro през ноември 1995 година. От тогава насам Intel пуснаха на пазара най-различни P6 чипове, като всички те използват като основа P6 ядрото на Pentium Pro.

Основните нововъведения при процесорите от шесто поколение са:

- динамично изпълнение (Dynamic Execution)
- архитектура с две независими шини (Dual Independent Bus - DIB)
- значително подобрена суперскаларна архитектура.

**Динамичното изпълнение** позволява на процесора да изпълнява паралелно повече инструкции, така че задачите се приключват по-бързо. Технологичното нововъведение се състои от три главни елемента:

- **Предсказване на множествени преходи.** Предсказва хода на изпълнение на програмата по няколко различни пътища
- **Анализ на потока от данни.** Планира изпълнението на инструкциите да става в ред, който е независим от тяхната подредба в оригиналната програма
- **Спекулативно изпълнение.** Увеличава бързината на изпълнение, като гледа напред спрямо програмния брояч и изпълнява инструкции, които е най-вероятно да потърбват малко по-нататък в програмата

По същество динамичното изпълнение премахва ограниченията и зависимостта от линейната последователност на инструкциите. Чрез осъществяване на неподредено изпълнение на инструкции то успява да поддържа устройствата за изпълнение натоварени, вместо да ги кара да чакат за данни от паметта. Въпреки че инструкциите могат да бъдат предвиждани и да се изпълняват неподредено, резултатите се изпращат в оригиналния ред, така че да не нарушават или променят хода на програмата. Това позволява на P6 да изпълнява съществуващия за архитектурата на Intel софтуер точно както P5 (Pentium) и по-ранните процесори, само че много по-бързо!

**Архитектура с две независими шини** означава, че процесорът има две шини за данни: едната за системата (дънната платка), а другата само за кеша. Това позволява на кеш паметта да работи със скорост, която преди това не е била възможна.

Предишното (пето) поколение процесори имат само една процесорна шина, свързана с дънната платка, като всички данни, включително тези от кеша, трябва да се предават по нея. Основният проблем при тази конструкция е, че кеш паметта е ограничена да работи със скоростта на шината на дънната платка, която е 66MHz, 100MHz или 133MHz. Решението е да се вгради в процесора така наречената задна (back-side) шина, иначе известна като специализирана кешова шина. При това положение L2 кешът се свързва към тази шина и може да работи на каквато и да е тактова честота. Първата реализация на тази архитектура е в Pentium Pro, където L2 кешът е поставен в самия корпус на процесора и работи на пълната тактова честота на ядрото на чипа. По-късно това се оказва твърде скъпо за производство, така че L2 кешът е изнесен извън корпуса на процесора и е поставен в касетъчен модул, който познаваме като Pentium II/III.

С внедряването на DIB архитектурата в P6 процесорите, кешът е съгласуван с честотата на процесора. Колкото по-бързо работи процесорът спрямо честотата на дънната платка, толкова е по-бърз и кешът.

Накрая, P6 архитектурата **подобрява суперскаларната архитектура** на P5 процесорите, като добавя още устройства за изпълнение и разбива инструкциите на специални микрооперации. Точно тук CISC<sup>1</sup> инструкциите се разбиват на повече на брой RISC<sup>2</sup> команди. RISC командите са по-малки и по-лесни за ефективното им паралелно изпълнение. С този дизайн Intel внедриха предимствата на RISC процесорите в света на CISC машините. Забележете, че P5 притежава само две устройства за изпълнение на инструкции, докато при P6 процесорите те са поне 6. За P6 процесорите се казва, че имат трипътна суперскаларна архитектура, защото като цяло могат да изпълняват по три инструкции на такт.

В архитектурата на P6 са включени и други подобрения на ефективността: вградена поддръжка на многопроцесорни конфигурации, разширени схеми за откриване и коригиране на грешки, както и оптимизация за 32-битов софтуер.

Сравнени с един Pentium на същата тактова честота, P6 процесорите са по-бързи - стига да се изпълнява 32-битов софтуер. Динамичното изпълнение в P6 е оптимизирано за по-добра производителност главно при изпълнение на 32-битов софтуер. Ако се използва 16-битов софтуер, каквито са Windows 95 и Windows 98 (които все още частично работят в 16-битово обкръжение), а също и старите приложения, P6 не се откроява с кой знае колко по-добра производителност спрямо Pentium и Pentium MMX процесорите, работещи на същата тактова честота. Това е така, защото не се експлоатират пълните възможности на динамичното изпълнение. Ето защо Windows NT/2000/XP често се препоръчват като най-подходящите операционни системи за Pentium Pro/II/III/Celeron процесорите.

## 4.2 Характеристики на процесорите Pentium Pro

Pentium Pro е първият чип от микропроцесорната фамилия от шесто поколение. Процесорът е представен през ноември 1995 година, но масово се появява едва през 1996

---

<sup>1</sup> CISC (complex instruction set computer) – разширен набор от сложни инструкции, които изискват голям брой цикли, за да се изпълнят

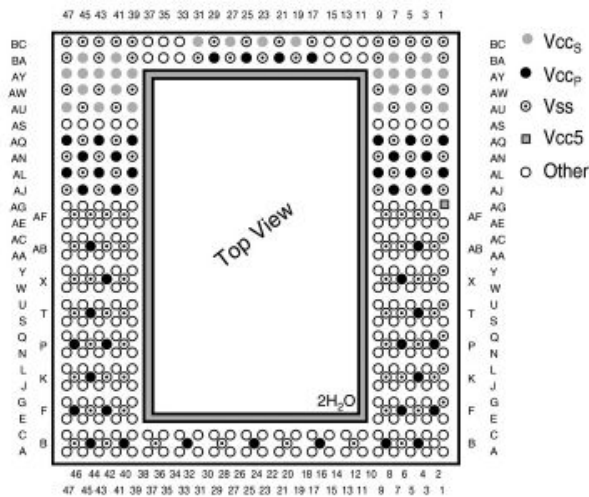
<sup>2</sup> RISC (reduced instruction set computer) – намален набор от прости инструкции, изпълняващи се бързо, тъй като изискват само един или няколко цикъла на изпълнение

година. Подобно на предишното поколение процесори (Pentium), Pentium Pro използва умножаване на тактовата честота на дънната платка. Таблица 1 показва работните честоти на моделите на Pentium Pro спрямо тактовата честота на дъното.

Табл. 1 Работни честоти на моделите на Pentium Pro

Процесор/честота (в MHz)	Множител на тактовата честота	Скорост на дънната платка (в MHz)
Pentium Pro 150	2.5x	60
Pentium Pro 166	2.5x	66
Pentium Pro 180	3x	60
Pentium Pro 200	3x	66

Корпусът на чипа има 387 извода и се инсталира в Socket 8 (фиг. 3), така че процесорът не е съвместим по изводи с по-ранните Pentium-и. Този чип е уникален по рода си, защото физическата му форма е конструирана като многочипов модул (multichip module - MCM), който Intel наричат Dual Cavity PGA. Вътре в корпуса на чипа са разположени два отделни кристала. Единият представлява самият Pentium Pro процесор, а другият съдържа L2 кеш 256KB, 512KB или 1MB. Кристалът на процесора съдържа 5,5 милиона транзистора, а един кристал на кеш с размер 512KB съдържа 31 милиона транзистора, което сумарно прави близо 68 милиона транзистора в един Pentium Pro процесор с 1MB вътрешен кеш! Такъв процесор се състои от общо три кристала - един за самия процесор и два кристала с по 512KB кеш.



фиг. 3 Цокъл Socket 8 за процесори Pentium Pro

Кристалът на процесора включва общо 16KB L1 кеш, разделен на 8KB двупосочен асоциативен кеш за инструкции и 8KB четирипосочен асоциативен кеш за данни. Друга особеност на процесорите от шесто поколение, която е налична и в Pentium Pro, е DIB архитектурата, която премахва ограниченията в пропускателната способност на паметта. DIB архитектурата е изградена от две шини: едната, наречена „задна”, е посветена изцяло на L2 кеша (който е разположен вътре в корпуса на процесора), а другата, наречена „предна”, свързва процесора със системната шина и основната памет. Скоростта на шината

на L2 кеша е равна на пълната честота на ядрото на процесора. Това се постига чрез вграждането на L2 кеша вътре в процесора и премахването му от дънната платка. На практика DIB архитектурата предлага три пъти по-висока пропускателна способност спрямо единичната шина на Socket 7 процесорите, какъвто е Pentium. Тъй като L2 кешът е преместен в процесора, дънните платки поевтиняват, защото няма нужда от отделна кеш памет.

Една от характеристиките на вградения L2 кеш е общото подобрене на производителността при **многопроцесорен режим** на работа. Освен симетричната многопроцесорност (SMP), поддържана от Pentium, процесорът Pentium Pro поддържа и нов тип многопроцесорна конфигурация, наречена Multiprocessor Specification (MPS 1.1). Pentium Pro с MPS позволява изграждането на конфигурации, при които едновременно работят до 4 процесора. За разлика от други многопроцесорни конфигурации, Pentium Pro избягва проблеми при съгласуването на кеша, защото всеки чип поддържа отделна L1 и L2 кеш памет вътрешно.

Друго подобрене е разширяването на адресната шина от 32 на 36 бита, чрез което паметта, която може да се адресира, нараства от 4 GB на 64 GB. Наборът от инструкции в сравнение с Pentium обаче е нараснал само с една-единствена инструкция, така че за P6 не са необходими нови версии на програмите.

Дънните платки за Pentium Pro са изключително с PCI и ISA шини, а Intel произвеждат свои собствени чипсети за тези дънни платки. Първият чипсет беше 450KX/GX (с кодово име Orion), след което се появява и 440LX (Natoma). Поради големите изисквания за охлаждане и пространство, Intel разработват нов форм-фактор за дънните платки, наречен ATX, който по-добре да поддържа Pentium Pro и бъдещите процесори Pentium II/III/4. Въпреки това Pentium Pro може да се срещне и на дънни платки с други форм-фактори - ATX не е задължителен.

Pentium Pro разполага с четири VID извода. Те могат да се използват за поддръжка на автоматично избиране на захранващото напрежение. Ето защо дъната за Pentium Pro не разполагат с джъмperi за регулиране на напрежението, както е при повечето Pentium дъна, а това значително опростява настройката на една Pentium Pro система. По тези изводи не се предават истински сигнали. В действителност всеки от тези изводи или е затворен (свързан е към маса), или е оставен отворен (т.е. вътре в корпуса не е свързан към нищо). Последователността от затворени и отворени състояния определя изискваното от процесора напрежение.

Повечето Pentium Pro процесори работят на 3,3V, но някои от тях работят и на 3,1V.

Таблица 2 показва обобщено спецификациите на процесора Pentium Pro.

Табл. 2 Спецификации на процесора Pentium Pro.

В производство от	ноември 1995 г.
Максимални работни честоти (MHz)	150, 166, 180, 200
Множител на тактовата честота на процесора	2.5x, 3x
Вътрешни регистри	32-битови
Външна шина за данни	64-битова
Адресна шина	36-битова

Максимално адресируема памет	64 GB
Размер на интегрирания L1 кеш	8 KB за код, 8 KB за данни (общо 16 KB)
Интегрирана шина на L2 кеша	64-битова, работеща на пълната честота на ядрото
Цокъл	Socket 8
Физически корпус	387-изведен Dual Cavity PGA
Математически копроцесор	вграден
Управление на енергията	SMM
Работно напрежение	3.1V или 3.3 V

Pentium Pro никога не става популярен процесор за настолни системи, но намира своето място във файлови сървъри, главно заради големия си обем L2 кеш, работещ на тактовата честота на ядрото.

## 5. Компютърна система с процесор Intel Pentium Pro, Socket 8

Първият чипсет за PentiumPro е моделът 450KX<sup>1</sup>, който е известен с неофициалното си название Orion. Той се състои общо от осем чипа - контролерите 82452KX, 82453KX и 82454KX, южен мост PCI/ISA-Bridge PIIX (82371), който се използва и от чипсетовите за Pentium, и четири компонента Data Path Unit от типа 82451KX. Orion е по-добре пригоден за мултипроцесорни системи, например за използване в сървъри, но предлаганата производителност за настолни системи е разочароваща.

Затова INTEL представя след късо време чипсетът 440FX (Natoma), чиято производителност е достатъчно добра и в настолните системи.

Северният мост (наречен Host to PCI Bridge – мост „процесорна шина към PCI шина”) на чипсета Natoma се състои от следните елементи:

- PMC - Контролер за PCI и памет (PCI and Memory Controller) - отговаря за трансфера на данни по PCI-шината и за управлението на ускорителя на шината за данни (Data Bus Accelerator - DBX). Поддържа до 1 GByte DRAM от типа Fast Page Mode (FPM), Extended Data Out (EDO) и Burst EDO (BEDO), които могат да бъдат изпълнени като SIMM или DIMM.
- Data Bus Accelerator (DBX) - представлява на практика 64-битова магистрала за връзка на CPU с паметта. Освен това той съдържа една (собствена) 16-битова шина за данни, която отговаря за управлението на обмена по шината PCI и за регистрите PMC.

Южният мост (наречен PCI-ISA-IDE Xcelerator) е чипът PIIX3, който съдържа двата контролера за DMA, контролерите за прекъсванията, таймер-брояча, енергоспестяващите функции, двуканален IDE интерфейс и USB шина. Този чип се използва още в чипсетите Тритон II (430 HX) за Pentium. Новостите при него са наличието на USB шина и независимата синхронизация на двата IDE канала. Това означава че ако са инсталирани две устройства с различни скорости на един и същи канал, те могат да работят с различни трансферни скорости.

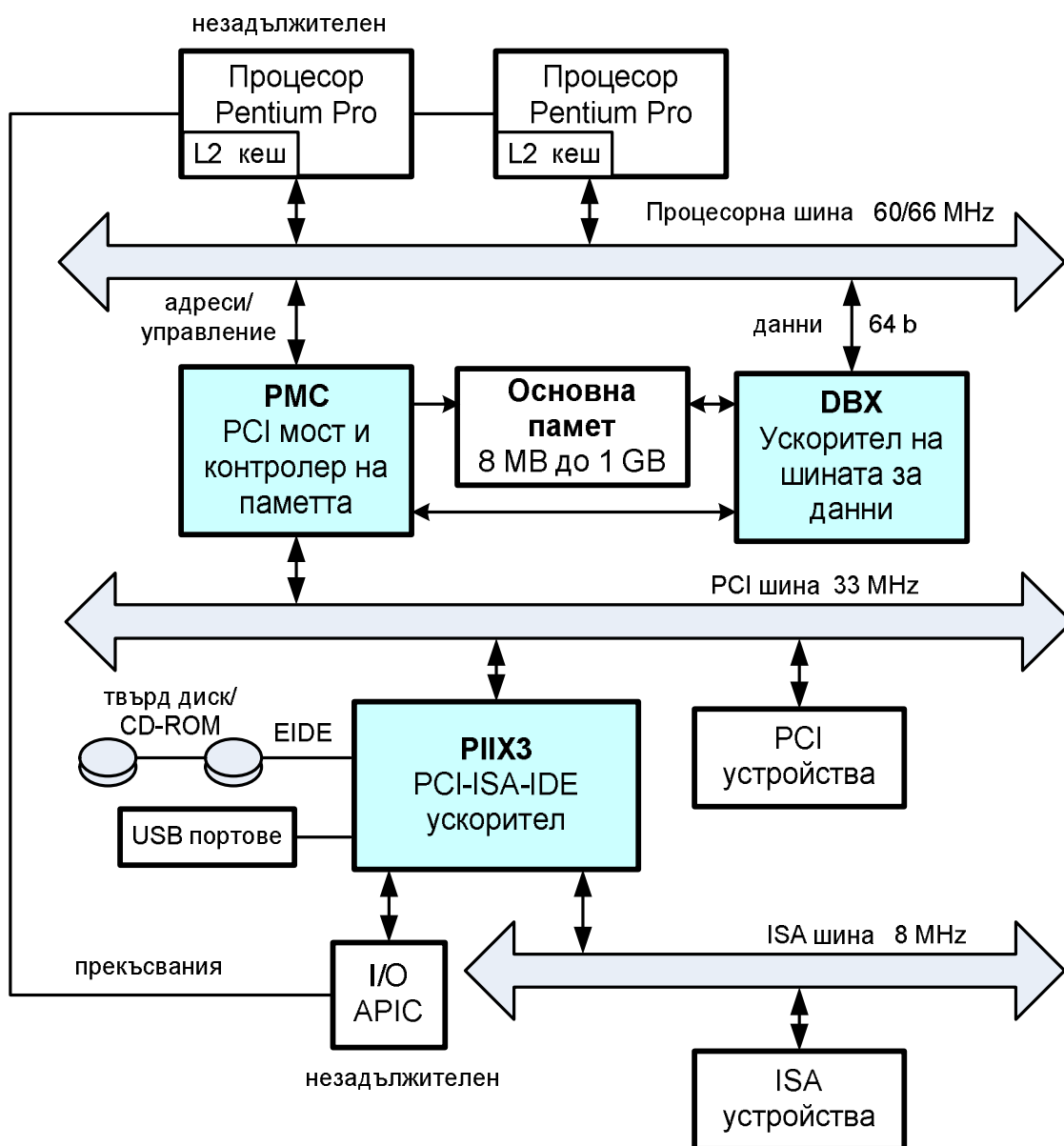
<sup>1</sup> Чипсетите за сървъри са с номера 450xx, а за настолни компютри – 440xx



Управлението на Host-шината (процесорната шина) се осъществява от PMS и позволява чрез използването на специалния контролер I/O-APIC (Advanced Programmable Interrupt Controller) да се извършва усъвършенствана обработка на прекъсванията с помощта на PCI-ISA моста PIIX3. Така става възможно използването на повече процесори Pentium Pro на една дънна платка.

Чипсетът не предлага контролер за кеш, тъй като процесорите PentiumPro съдържат в себе си такъв, а също и кеш-памет от първо и второ ниво. На фиг.4 е показана блокова схема на компютърна система с процесор(и) Pentium Pro и чипсет Natoma. Забележете липсата на кеш L2 в системата (за разлика от Pentium MMX).

Тъй като по отношение на външната процесорна шина Pentium II принципно съответства на PentiumPro (с MMX-разширение), чипсетът за Pentium II е също 82440FX. Разликата е в това, че Pentium II се включва на Slot 1, докато Pentium Pro се използва със Socket 8.



Фиг. 4 Блокова схема на компютърна система с процесор(и) PentiumPro и чипсет Natoma