

Компютърна система IBM PC/XT. 8-битова ISA шина.

Встъпление

Компютърът IBM PC, който се представя в това изложение, не е първият персонален компютър в света, нито е първият персонален компютър на IBM. Той е създаден преди много години (1981 г.), морално остарял е и отдавна не е в употреба. Тогава защо обучението по PC системи започва от него, а не от някой негов предшественик или наследник?

За любознателните

Първият микропроцесор е 4-битовият 4004, представен от Интел през 1971 г. Той е създаден от Ted Hoff. През 1972 г. е представен 8-битовият процесор 8008, а през 1974 г. – 8080, който е 10 пъти по-бърз от 8008 и адресира 64 KB памет. Това е преломен момент в развитието на микропроцесорната техника.

През 1975 г. фирмата MITS представя набора Altair, който се счита за първия персонален компютър. Altair се състои от процесор 8080, захранващ блок, преден панел с голям брой светлини и 256 байта (не килобайта) памет. Наборът струва \$395 и трябва да се слобява, което означава довършителното свързване на схемите да се извърши с поялник, а не както сега само с отвертка.

IBM създават първия си персонален компютър Модел 5100 през 1975 г., за цената \$9000. Той има 16 KB памет, вграден дисплей с 16 реда по 64 знака, вграден интерпретатор на BASIC и вградено касетно лентово устройство DC-300 за съхраняване. Модел 5100 е последван от 5110, 5120 и 5150, които нямат нищо общо с последвалите ги IBM-PC.

Малко по-късно, през 1976 г. се появява Apple I, а през 1977 г. - Apple II на фирмата Apple Computer - един от основните конкуренти на пазара за персонални компютри.

IBM-PC е представен за първи път през 1981 г. Първият PC е с процесор 8088 на Intel, който е опростен и по-евтин вариант на процесора 8086, създаден от Intel през 1978 г.

IBM-PC има редица прогресивни характеристики като: отворена архитектура, разширителни слотове, модулна конструкция и здрава поддръжка както от хардуерни, така и от софтуерни фирми, различни от оригиналния производител на системата. Той е създаден с широкото участие на фирмата Intel, доставила не само процесора, но и много други периферни интегрални схеми, както и на малката по онова време фирма Microsoft, разработила операционната система DOS (Disk Operating System).

С този компютър се поставя основата на стандарт, който е валиден и до днес. От появата на оригиналния PC досега са създадени десетина поколения компютри, които ползват много от неговите принципи и са обратно съвместими с него. Това означава, че програма, написана за PC- съвместим компютър, трябва да може да се изпълни на всяка машина от следващите поколения.

Вътрешното устройство на този компютър не е обвито с тайни, както е типично за IBM дотогава и както става с компютрите на Apple. Чрез разкриване на схемата и на програмирането на операционната система се подтикват и други фирми да направят собствени разработки на PC. Така IBM загубва контрола върху пазара на PC, но се дава силен тласък на развитието на PC-съвместимите системи. За тази фамилия са продадени стотици милиони системи и за PC-съвместими компютри е написан много повече софтуер, отколкото за която и да е друга система.

1. Процесорите 8086 и 8088.

Първият компютър IBM-PC е с процесор 8088 на Intel, който работи вътрешно с 16-битова шина за данни, а външно с 8-битова. Процесорът 8088 е опростен и по-евтин вариант на процесора 8086, създаден от Intel през 1978 г. Двата процесора са напълно съвместими.

Процесорът 8086 е един от първите 16-битови процесори на пазара, който не само има вътрешни 16-битови регистри, но е и с 16-битова шина за данни, за разлика от 8088, който е с 8-

битова шина за данни. Процесорът 8086 е в състояние да изпълнява нов клас софтуер, използвайки 16-битови инструкции. Външната му шина за данни също е 16-битова, така че той може да прехвърля данни от паметта по 16 бита наведнъж. Адресната шина на 8086 и 8088 е 20-битова, което позволява на процесора да адресира един цял мегабайт (2^{20} байта) памет. По тези характеристики 8086 превъзхожда значително повечето чипове от онова време, които имат 8-битови вътрешни регистри, 8-битова външна шина за данни и 16-битова адресна шина, позволяваща максимално 64KB RAM (2^{16} байта).

Паметта 1 MB е разпределена на две части – горните 384 KB се използват от адаптерните карти и системния BIOS, а долните 640 KB са наречени конвенционална памет и в нея се изпълняват операционната система DOS и софтуерните приложения.

Причината за използване на 8088, а не на 8086 е, че в този период масово се използват 8-битови платки, схеми и периферни устройства, а липсват 16-битови или са с висока цена. Освен това се опростява значително дънната платка, тъй като 8-битовата шина изисква значително по-малък брой линии за данни и управляващи сигнали. Изграждането на пълна 16-битова дънна платка и система на паметта е твърде скъпо и такъв компютър би бил почти непродаваем. Изборът на 8088 позволява на IBM да създадат PC, способно да изпълнява новото поколение 16-битов софтуер, като същевременно се запазва много по-евтината 8-битова конструкция на хардуера. В резултат IBM PC се появява на пазара с по-ниска цена от най-популярния персонален компютър за онова време - Apple II.

Тактовата честота на 8088 в IBM PC е 4,77 MHz, а изпълнението на една инструкция отнема средно около 12 такта.

Процесорът 8088 е пригоден да изпълнява аритметични операции с цели числа и изпълнява операциите с дробни числа доста по-бавно. За работа с интензивни математически изчисления производителността може да се повиши лесно чрез добавяне на допълнителен процесор, наречен копроцесор. Той е проектиран да изпълнява сложни математически изчисления с плаваща запетая, като съдържа съответните изчислителни функции вградени в чипа. За монтиране на копроцесора върху дънната платка е предвиден специален цокъл. За да се сигнализира на BIOS за присъствието на копроцесор, в компютрите с 8088/8086 е предвидено превключване на джъмпер, а в следващите поколения компютри копроцесорът се открива автоматично. От процесорите 486 математическият копроцесор се интегрира в процесора.

Процесорите 8088/8086 работят в т.нар. **реален режим**. Всякакъв софтуер, работещ в реален режим, трябва да използва само 16-битови инструкции и да използва единствено 20-битовата (1MB) адресна архитектура. Такъв тип софтуер обикновено е еднозадачен - в даден момент може да работи само една програма. Не съществува вградена защита, която да предпазва отделните програми да се презаписват една върху друга (или дори върху операционната система) в паметта, така че ако работят повече от една програми, всяка от тях може да доведе цялата система до срив и забиване.

2. Режим на мултиплексиране на данните и адресите

При процесорите 8086 и 8088 данните се предават по обща шина за данни и адреси чрез мултиплексиране, като за разделянето им се използва тригер, който се превключва със сигнала ALE (Address Latch Enable – разрешаване на тригера на адреса) от контролера на шината 8288. Мултиплексирането представлява споделяне (съвместно използване) на капацитета на една предавателна линия между две или повече комуникаращи станции.

Конфигурацията на системата се задава с мостчета (джъмperi) и микропревключватели.

3. Компоненти на IBM PC:

- Микропроцесор 8088, 8086. CPU на системата. Изработват се с корпуси DIP (Dual in-line package) с 40 извода

- Копроцесор 8087- Математически копроцесор за ускоряване на изчислителните операции.
- RAM- Памет с произволен достъп, оперативна памет с обем максимално 1 MByte
- ROM-BIOS.-Памет само за четене. Съдържа базовата входно-изходна система, програмите за основните системни операции. BIOS поема управлението на връзката между апаратната част и операционната система на вашия компютър.
- Контролер на шината:8288- Декодиране на сигналите на процесора и генериране на сигналите на шината (ALE, /AEN,..)
- Тактов генератор:8284 Генериране на системния такт. Логика за хардуерно начално установяване, генериране на сигнала Ready (чрез него процесорът получава информация дали периферията е готова за обработка на данните).
- Контролер за прекъсванията:8259 Управление на логиката за прекъсвания. Прекъсванията се използват от различни хардуерни устройства, за да сигнализират (уведомят) дънната платка и микропроцесора, че трябва да бъде изпълнена някаква заявка.
- DMA-контролер- Директен достъп до паметта. Предаване на данни, например от твърдия диск към паметта, без директното участие на микропроцесора.
- Таймер:8253- Системен часовник, брояч. Генериране на цикъл за опресняване на паметта. Работи с честоти до 2,6 MHz.
- P/O:8255- Паралелен вход/изход, прочитане на настройките на DIP-превключвателите, управление на високоговорителя, комуникация с клавиатурата
- Процесор в клавиатурата: 8048 – Четене на клавиатурната матрица и преобразуване на данните в сериен формат.

4. Характеристики на IBM PC

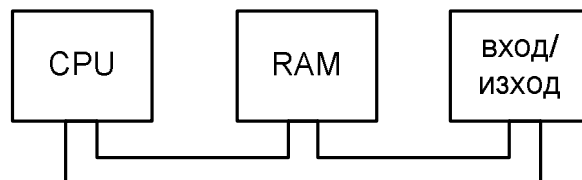
Оригиналният PC има следните основни характеристики:

- Микропроцесор INTEL 8088/8086 с тактова честота 4,7 MHz
- 20-битова адресна шина - може да се адресира максимално 1 MByte (1024 KByte) памет
- за 8088 - 8-битов вход/изход; за 8086 – 16-битов вход/изход
- 256 KByte динамична RAM памет (запоена на дънната платка)
- Интерпретатор на BASIC, съхранен в памет ROM
- Цокъл за математически копроцесор 8087
- 5 разширителни слота (PC- слот), 2 от слотовете са заети от графична карта и флопидисков контролер
- Един паралелен интерфейс (принтер)
- Максимално две 5,25” флопидискови устройства с капацитет 360 KByte
- Графична карта CGA
- Извод за касетъчен магнетофон за използване като запомнящо устройство с голям обем (масова памет)
- Захранващо устройство 63,5 W

Графичната карта CGA (Color Graphics Adapter – цветен графичен адаптер) поддържа максимална разделителна способност 640x 200 пиксела и 16-цветна палитра. Може да работи в два текстови режима: 40x25 и 80x25 с 16 цвята и два графични режима: 320x200 с 4 цвята (достъпни са само две предварително определени комбинации) и 640x200 с два цвята (основният бял цвят може да се замени с някой от останалите).

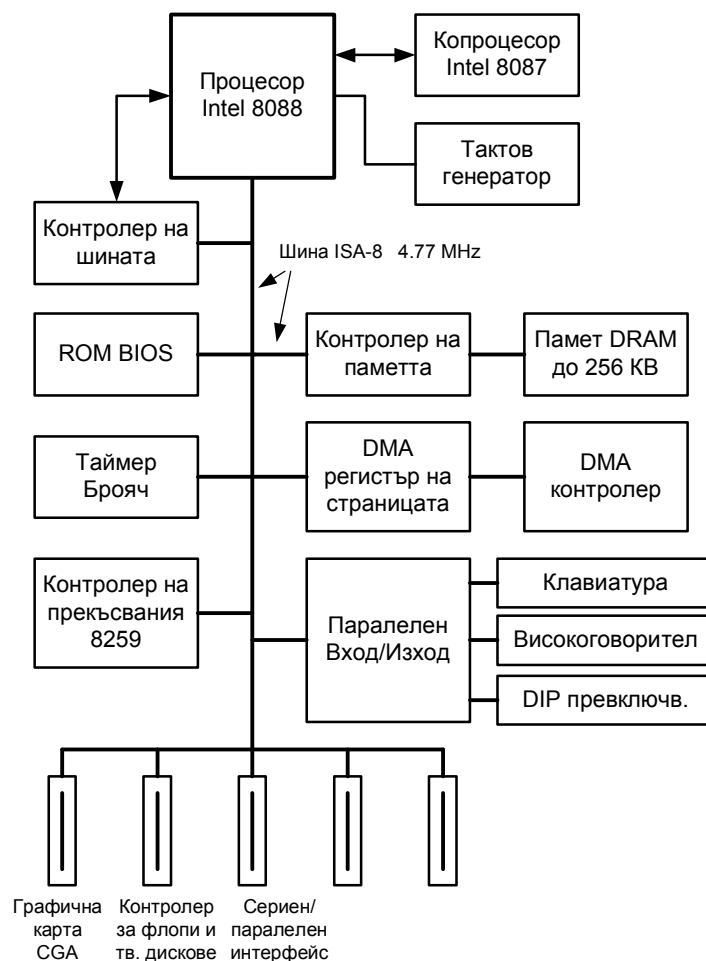
5. Блокова схема на дънна платка на IBM PC/XT

В оригиналния PC процесорът, паметта и входно-изходните устройства са свързани към една и съща шина и всички процеси протичат синхронизирано при една и съща скорост (фиг. 1). Процесорът определя с каква тактова честота да работят другите компоненти. Проблемът при тази система е, че компонентите са заключени един за друг, т.е. принудени са да работят с тактовата честота на най-бавния от тях.



Фиг.1 В първоначалната архитектура на PC има една шина с една скорост за всички компоненти

На фиг.2 е представена по-подробна блокова схема на компютъра PC. Шината, към която се свързват компонентите, е 8-битова и работи на честота 4.77 MHz. Тази шина впоследствие получава наименованието ISA и по-точно ISA-8, за да се различава от 16-битовата версия на шината ISA-16. Към шината са свързани 5 слота за разширителни карти, като 2 от слотовете са заети от графична карта и флопидисков контролер.



Фиг.2 Блокова схема на компютъра PC.

Конфигурирането на системата се задава с мостчета (джъмperi) и микропревключватели.

Особености на тази система са наличието на само един контролер за прекъсванията IRQ, който поддържа 8 прекъсвания и само 1 контролер за директен достъп до паметта DMA, който е с 4 канала. Няма вграден часовник за реално време, което означава, че при всяко зареждане на операционната система е необходимо ръчно сверяване на часа и датата. Този недостатък може да се преодолее чрез поставяне на специална разширителна карта.

Като външно запомнящо устройство се използват максимално две 5,25-инчови флопидискови устройства с капацитет 360 KB, а като запомнящо устройство с голям обем първоначално се използва касетофон, за който е предвиден специален извод.

6. Характеристики на IBM-XT

През 1983 г. е представен компютър IBM-XT. По отношение на работата той е идентичен с компютър 8088. Основната разлика се състои във възможността да се включва към конфигурацията един твърд диск (10 MByte) и да се разширява оперативната памет върху дънната платка до 640 KByte. Чиповете на паметта са поставени в цокли, за да могат да се подменят. Захранващият блок е по-мощен (135 W), което позволява поставянето на повече разширителни карти в слотовете, чийто брой е увеличен от 5 на 8. С течение на времето IBM-XT се появява в множество различни версии: разширена клавиатура, 20 MByte твърд диск, сериен интерфейс.

7. 8-битова ISA шина.

ISA е съкращение от Industry Standard Architecture (стандартна за индустрията архитектура) и е шинната архитектура, която е представена под формата на 8-битова шина заедно с появата на IBM PC през 1981 година. По-късно с появата на IBM PC/AT през 1984 година тя е разширена до 16 бита.

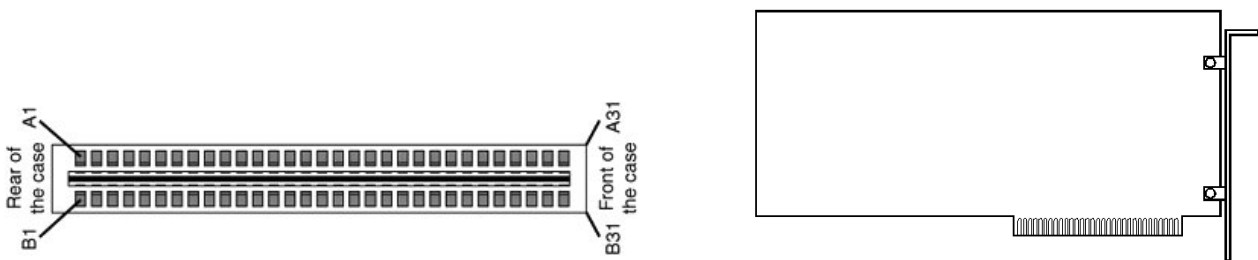
Към ISA шината се свързват периферни устройства, като например серийни портове, паралелни портове, контролери за флопидискови устройства, клавиатурни контролери и т.н.

Оригиналната 8-битова версия в PC и XT машините работи на 4,77 MHz. По-късно индустрията като цяло се споразумява за максимум 8,33 MHz стандартна честота за 8/16-битовите версии на ISA шината с цел обратна съвместимост. Прехвърлянето на данните по тази шина изисква между два и осем такта. Ето защо теоретичната максимална скорост на прехвърляне на данните по 16-битовата ISA шина е около 8MB/сек., както се вижда от следната формула:

$$8,33\text{MHz} \times 2 \text{ байта (16 бита)} / 2 \text{ такта за прехвърляне} = 8,33\text{MB/сек.}$$

Пропускателната способност на 8-битовата шина би трябвало да е два пъти по-ниска (4,17 MB/сек.), но това са теоретични максимуми. Заради протоколите на входно/изходната шина ефективната пропускателна способност е доста по-ниска - обикновено около половината на максимума.

От физическа гледна точка 8-битовият разширителен ISA слот представлява гнездо с жлеб, в който се поставя подходящо оформен край на печатната платка, на който са оформени печатни изводи (наричат се също пера) (фиг. 3). 8-битовият ISA слот разполага с 62 контакта. Една адаптерна карта, предназначена за такъв слот, се пъха в него посредством долния си край, върху който са разположени също 62 контакта, но печатни. Слотът предоставя 8 линии за данни и 20 адресни линии, които му позволяват да адресира до 1MB памет.



фиг. 3. 8-битов PC слот и PC карта (ISA-8)

Размерите на 8-битовите ISA адаптерни карти са следните: 4,2 инча (106,68 мм) височина, 13,13 инча (333,5мм) дължина, 0,5 инча (12,7 мм) ширина

8. Заключение

За компютърната общност е голямо щастие, че IBM са създали толкова отворен и разширяем стандарт, който позволява днес да се намират системи от стотици производители в хиляди конфигурации. Съревнованието между производителите е основна причина за бързото развитие на производителността и възможностите на тези системи.

За близо 30 години от създаването на оригиналния IBM PC настъпват много промени. Съвременните компютърни системи са десетки хиляди пъти по-бързи от оригиналния IBM PC, базиран на процесора 8088 с честота 4.77MHz. IBM PC има само едно или две едностранни флопидискови устройства с капацитет 160 KB всяко и използва DOS 1.0, докато съвременните системи съхраняват данните на твърди дискове с капацитет стотици гигабайти и използват удобни и мощни операционни системи с графичен потребителски интерфейс.

PC-съвместимите системи процъфтяват не само защото лесно може да се сглоби съвместим хардуер, но и затова, че първичната операционна система се осигурява не от IBM, а от трета страна (Microsoft). Ядрото на системния софтуер е BIOS (basic input/output system – основна входно-изходна система), който също се осигурява от трети страни като AMI, Phoenix и др. Това позволява на други производители да лицензират операционната система и BIOS софтуера и да продават техни собствени съвместими системи.

За разлика от този подход, системите на Apple са затворени и това свежда пазарния им дял за персонални компютри до 3-5%, като останалата част е на PC.