

Компютърна система IBM PC/AT-80286. 16-битова ISA шина.

1. Процесор Intel 80286

1.1 Основни характеристики

Процесорът Intel 80286 (обикновено се съкращава като 286) е представен за пръв път през 1981 година. Той представлява второто поколение процесори за PC. С тези чипове информацията вече се придвижва по 16, а не по 8 бита наведнъж, осигурявайки огромен скок в бързодействието на системите и ефективността на обработка на данните.

IBM избират този процесор като основа на компютърната система IBM AT, защото осигурява софтуерна съвместимост с 8088, който пък е използван в PC и XT системите. Това означава, че написаният преди това софтуер за 8088 може да работи и на новия 286.

Процесорът 286 е неколкостранно по-бърз от 8088 и предлага значително увеличаване на производителността на PC-тата, използвани в бизнеса. Причините за увеличеното бързодействие са следните:

- Процесорите 286 са много по-ефективни при изпълняването на инструкции. При 8086 и 8088 се изискват средно 12 такта за инструкция, докато при 286 се изискват само 4,5 такта;
- Чипът 286 може да прехвърля 16 бита данни едновременно по външната си шина за данни, която е два пъти по-широка от тази на 8088;
- Увеличена тактова честота на процесора. Първоначално е предвидена тактова честота 12,5 MHz, но съществуват и процесори 286 на други производители, например на фирмата Harris, които могат да използват тактови сигнали с честоти до 25 MHz (процесорите 8088/8086 са с тактова честота 4,77 MHz).
- Адресите и данните при 80286 не се извеждат мултиплексирани, както при 8088/8086, а има отделни изводи за адреси (A0 - A23) и данни (D0 - D15), което значително повишава бързодействието на обмена с другите компоненти в системата, например с паметта.
- Шината за данни е 16-битова, както и при процесора 8086, но адресната шина е разширена до 24 бита, което позволява адресирането на 16 MByte. Виртуално може да се адресират до 1 GB памет.

Тъй като при 80286 се използват повече изводи отколкото при предшествениците му, наложила се е и промяна на формата на корпуса. Използват се корпуси PGA (Pin Grid Array) или PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier).

1.2 Режими на работа

Процесорът 286 има два режима на работа: реален режим и защитен режим.

Когато работи в **реален режим**, процесорът 286 действа като същински 8086 чип – с 16-битови инструкции и адресиране до 1 MB памет. Той е напълно съвместим на ниво обектен код с 8086 и 8088, което означава че може да изпълнява програми, написани за тях, като не са необходими абсолютно никакви модификации. Всяка инструкция се изпълнява по същия начин като в 8086 и 8088.

80286 разполага и със **защитен режим** (Protected Mode), при който софтуерните програми, са защитени от презапис една върху друга в паметта. Такава защита спомага за създаване на много по-устойчива на сривове система, защото една програма с проблеми не може така лесно да повреди други програми или самата операционна система. Освен това дадена отказала програма може да бъде прекъсната, докато останалата част от системата продължава да работи незасегната. Следователно, ако една програма "увисне" или блокира, не се налага топъл или студен рестарт на системата.

В защитения режим се поддържа многозадачност и виртуално адресиране.

Виртуалното адресиране означава, че части от софтуера, които надхвърлят максимално адресируемата физическа памет 16 MB, автоматично се прехвърлят на твърдия диск, като по този начин 80286 може да адресира реално до 1 GB памет. При това процесорът не прави разлика между физическа и виртуална памет.

Под **многозадачност** се разбира паралелното изпълняване на повече програми, което на практика се постига с последователно превключване на изпълнението между отделните задачи (tasks). Но тези възможности са неприложими под DOS и се използват едва при операционни системи като OS/2 или Windows. На практика възможностите на защитения режим при 286 са се използвали много малко, тъй като до появата на Windows 3.0 се продава много малко софтуер, използващ този режим.

Един значителен недостатък на процесора 286 е, че той не може да превключва от защитен режим в реален без топъл рестарт на системата. Преминаването от реален в защитен режим обаче не изисква рестартиране. Проблемът с преминаването от единия в другия режим е решен при 386 процесорите. При тях превключването на режимите може да се управлява софтуерно и не води до рестартиране на системата.

1.3 Копроцесор 80287

Вътрешно 80287 е същият математически чип като 8087, въпреки че изводите, които се използват за инсталирането му в дънната платка, са различни.

При повечето системи 80286 вътрешно дели системната честота на две, за да се получи тактовата честота на процесора. Копроцесорът 80287 вътрешно дели системната честота на три. Поради тази причина в повечето AT системи 80287 работи на една трета от системната.

2. Описание на компютърната система IBM/AT с процесор 80286.

Компютърната система IBM -AT (Advanced Technology – усъвършенствана технология) е представена през 1984 г.

Основните подобрения в сравнение с IBM PC системите са:

- В този компютър е монтиран процесорът 80286, който е истински 16-битов процесор, позволяващ 16-битов достъп до външни устройства.
- Капацитетът на флопидисковите устройства и на твърдите дискове е значително увеличен.
- Поставена е графична карта EGA с по-висока разделителна способност

2.1 Основни функционални блокове на дънна платка на компютърна система IBM/AT с процесор 80286.

- **Микропроцесор 80286.** CPU на системата
- **Копроцесор 80287.** Математически копроцесор за ускоряване на изчислителните операции.
- **RAM** (Random Access Memory - памет с произволен достъп). Оперативна памет с обем максимално 16 MByte.
- **ROM-BIOS** (Read Only Memory - памет само за четене). Съдържа базовата входно-изходна система (BIOS), програмите за основните системни операции
- **Контролер на шината: 82288.** Декодиране на сигналите на процесора и генериране на сигналите на шината (ALE, /AEN,..)
- **Тактов генератор: 82284.** Генериране на системния такт. Логика за хардуерно начално установяване, генериране на сигнала Ready (чрез схемата процесорът получава информация дали периферията е готова за обработка на данните).
- **Контролери за прекъсванията: 8259.** Управление на логиката за прекъсвания. За разлика от PC компютърът AT има два контролера за прекъсванията и така се поддържат 16 канала. Сигналите за прекъсвания се използват от хардуерните устройства за да се поиска от процесора изпълнение на някаква операция - устройството да получи или да предаде някаква информация, или да укаже че е приключило с подобна задача. При получаване на такъв сигнал процесорът прекъсва изпълнението на текущата програма, след което извършва съответните операции. След това изпълнението на програмата продължава точно от мястото, където тя е била прекъсната.
- **DMA-контролери: 8237.** (DMA - директен достъп до паметта). Предаване на данни между периферните устройства и основната памет, без директното участие на микропроцесора. За разлика от PC, AT има два контролера за директен достъп и така се поддържат 8 канала.
- **Таймер: 8254.** Системен часовник, брояч и генериране на цикли за опресняване на паметта. Работи с честоти до 10 MHz.
- **Интерфейс за клавиатура: 8042.** Преобразуване на кода на контролера 8048, намиращ се в клавиатурата. Клавиатурата може да се програмира. Може да се „чете” положението на ключалката на клавиатурата (Key Lock) както и положението на джъмперите за задаване на тактовата честота и джъмперите на графичната карта.
- **Процесор в клавиатурата: 8048.** Четене на клавиатурната матрица и преобразуване на данните в сериен формат.
- **Часовник за реално време (RTC – Real Time Clock): Motorola 146818.** Часовник за реално време с резервно батерийно захранване. Паметта RAM, включена към схемата, се използва и за съхраняване на данните за конфигурирането на системата.

2.2 Основни характеристики на компютърна система IBM/AT с процесор 80286

- Микропроцесор INTEL 80286 с тактова честота 4 или 6 MHz Използват се корпуси PGA или PLCC.
- 24-битова адресна шина
- 640 KByte динамична памет RAM
- 16-битов вход/изход
- Цокъл за математически копроцесор 80287

- Пет 16-битови разширителни слота (АТ-слот) и три 8-битови разширителни слота (РС-слот)
- Часовник/календар, CMOS-RAM с резервно батерийно захранване за съхраняване на конфигурацията
- Един сериен и един паралелен интерфейс
- Едно 5,25” флопидисково устройство с капацитет 1,2 MByte
- Едно 3,5” флопидисково устройство с капацитет 720 KByte или 1,44 MByte
- Твърд диск с капацитет 20 или 30 MByte
- Графична карта EGA
- Захранващо устройство 157 W.

2.3 Блокова схема на дънна платка на IBM/AT с процесор 80286.

В IBM/AT, както и в оригиналния РС процесорът, паметта и входно-изходните устройства са свързани към една и съща шина и всички процеси протичат синхронизирано при една и съща скорост. Проблемът при тази архитектура е, че компонентите са заключени един за друг, т.е. принудени са да работят с тактовата честота на най-бавния от тях.

На фиг.1 е представена блокова схема на компютъра АТ. Шината, към която се свързват компонентите, е 16-битова, но не само вътрешно, но и външно – за входно/изходните слотове. Тази шина получава наименованието ISA. Тя работи на честота 6 MHz, а в следващи системи достига до 8,33 MHz. Към шината са свързани 5 АТ слота за разширителни карти ISA-16 и 3 РС слота за разширителни карти ISA-8. Адресната шина е 24-битова. Така могат да се адресират директно до 16 MByte.

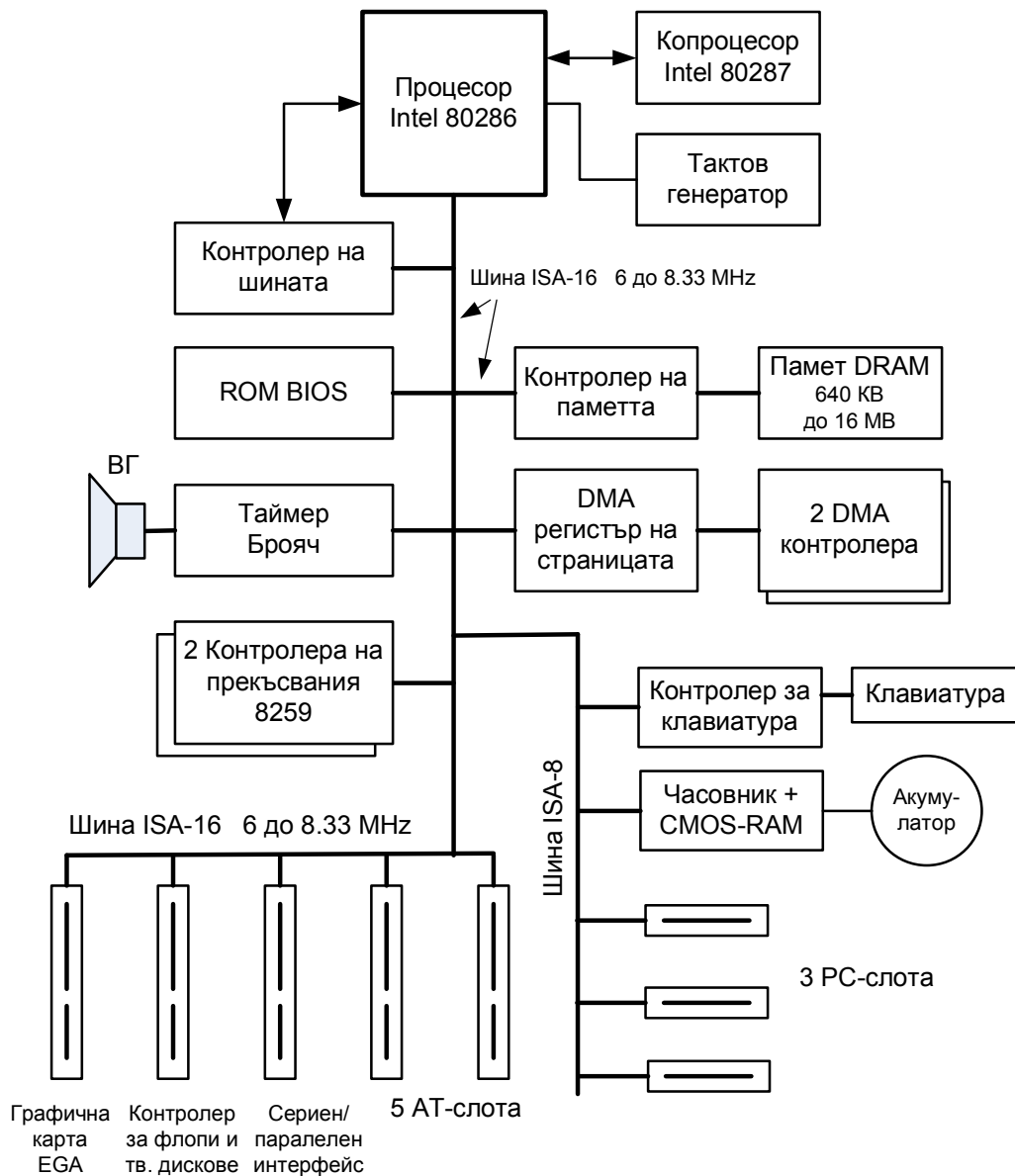
Адресите и данните не се извеждат мултиплексирани, а линиите са отделени. За разширените шини се използва нов контролер 82288, а за процесор 80286 се използва и нов тактов генератор, който изпълнява същите функции като тактовия генератор 8284 в РС 8086.

За да се разшири възможността за директен достъп до паметта се използват два DMA контролера от тези, които са използвани в РС, с общо 8 канала. Също се използват и два контролера на прекъсванията, свързани каскадно. Прекъсванията, генерирани от втория контролер, се подават през неизползваното IRQ2 на първия контролер, като така се осигуряват общо 15 използваеми прекъсвания.

В АТ е вграден стандартно часовник за реално време и не е необходимо поставянето на разширителна карта както при РС. Така се избягва ръчно сверяване на часовника при всяко зареждане на операционната система. Използва се схемата 146818 на фирмата Моторола. Тази схема включва и RAM памет, в която се съхранява конфигурацията на системата. За да може часовникът да функционира и при изключен компютър, той има резервно захранване с акумулатор.

В предишните компютри от поколението РС конфигурацията на системата се задава с мостчета (джъмperi) и микропревключватели. При АТ конфигурирането на системата е значително по-удобно. То се осъществява чрез програма Setup, в която чрез менюта се задават включените в системата устройства, размерът на паметта и видът на графичната карта..

Интерфейсът за клавиатурата се реализира при АТ с помощта на специален контролер-8042. По този начин е възможно и изпращане на данни към клавиатурата. Тя става програмируема и на отделни клавиши могат да се присвояват отделни функции.



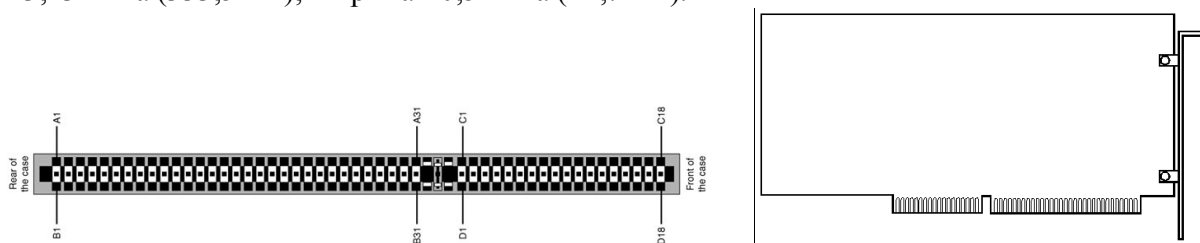
фиг. 1 Блокова схема на дънна платка на IBM/AT с процесор 80286

Видеокартите EGA поддържат разделителна способност 640x 350 пиксела с 16 цвята, които може да се избират от палитра с 64 цвята. Видеокартите CGA, използвани при PC компютрите поддържат максимална разделителна способност 640x 200 пиксела при 2 цвята или 320x 200 пиксела с 4 цвята, които може да се избират измежду 16 цвята.

Като външни запомнящи устройства се използват едно 5,25” флопидисково устройство с капацитет 1,2 MByte и/или едно 3,5” флопидисково устройство с капацитет 720 KByte или 1,44 MByte, а като запомнящо устройство с голям обем – твърд диск с капацитет 20 или 30 MByte

3. 16-битова ISA шина. Недостатъци

Стандартът ISA е разработен за първите персонални компютри IBM PC/XT. Тогава стандартната шина е 8-битова. Когато IBM пуска на пазара PC/AT системите с микропроцесор 80286 и 16-разрядна системна шина, ISA стандартът се модифицира. За да могат всички устройства, използвани в предишните системи да работят и на новите системи, е създаден слот, който е разделен на две: запазен е 8-битов конектор за старите карти и е добавен конектор за 16-битово разширение (фиг. 2). Допълнителният конектор на всеки 16-битов разширителен слот добавя още 36 извода (увеличавайки общия брой на сигналите до 96), за да пренася допълнителните сигнали, необходими за реализирането на по-широка шина за данни. Освен това два от изводите в 8-битовата част са променени, но те не засягат работата на 8-битовите карти. Размерите на една типична 16-битова ISA адаптерна карта са следните: височина - 4,8 инча (121,92 мм), а по-късно 4.2 инча (като XT картите); дължина - 13,13 инча (333,5 мм); ширина - 0,5 инча (12,7 мм).



фиг. 2. 16-битов AT слот и AT карта (ISA-16)

Тъй като 16-битовата ISA шина дебютира в PC/AT, понякога ISA шината се нарича AT-шина, а 16-битовите слотове – AT-слотове. 16-битовата версия, използвана в AT системите, първоначално работи на 6MHz, а след това е ускорена до 8MHz. По-късно индустрията като цяло се споразумява за максимум 8,33MHz стандартна честота за 8/16-битовите версии на ISA шината с цел обратна съвместимост. Някои системи са в състояние да използват ISA и на по-високи честоти, но съществуват адаптерни карти, които не могат да работят на по-висока скорост. Прехвърлянето на данните по тази шина изисква между два и осем такта. Ето защо теоретичната максимална скорост на прехвърляне на данните по ISA шината е около 8MB/сек., както се вижда от следната формула:

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

Някои съвременни компютърни системи все още използват тази шина, поради наличието на по-стари периферни устройства, използващи 16-битова шина. Наличието на тази шина в съвременните КС създава някои особени проблеми. Един от тези проблеми е свързан с това, че тази шина не позволява съвместното използване на IRQ или каналите за пряк достъп до паметта (DMA). Старите разширителни карти, разработени за ISA,

обикновено нямат никакви вградени средства за автоматично включване или изключване, поради което дънната платка не може да преразпределя ресурсите в случай на възникване на конфликт с друга карта.

Ограниченията, налагани от стандарта на системната шина ISA са:

- шината за данни е 16-разрядна и по този начин се ограничава предаването на данни само до два байта едновременно;
- максималната тактова честота при обмяната на данни е 8.33 MHz;
- отсъства съвместно използване на линиите за прекъсване (IRQ) и каналите за пряк достъп до паметта (DMA) за карти, намиращи се в различни слотове от типа ISA;
- отсъства възможност за програмно управление на разпределението на използваните области от оперативната памет, адресите на портовете, линиите за прекъсване (IRQ) и каналите за пряк достъп до паметта (DMA);
- отсъства възможност за програмно изключване на карти от типа ISA при възникване на конфликтна ситуация.