

# Проектиране на системи с вграден “едночипов персонален компютър”

*от инж. Лъчезар Илиев Георгиев, кат. “Изчислителна техника”, ТУ-Варна*

*Напредъкът в полупроводниковата технология направи възможно да се “натъпче” цяла дънна платка на персонален компютър в една-единствена интегрална схема. Така наречените “едночипови ПК” (ЕПК) са едночипови микрокомпютри с висока степен на интеграция, съвместими с Intel 80x86, които съдържат почти всичко, което има една стандартна дънна платка на персонален компютър тип IBM PC.*

*В този доклад се прави опит да се осветлят предимствата, конструктивните похвати, проблемите и техните решения, които се отнасят до апаратното и програмно проектиране на такива микропроцесорни системи (МПС). Авторът, който сам е разработил такава система, споделя опита си с аудиторията.*

## 1. Предимства

При наличието на база от над 130 милиона IBM PC-съвместими компютри, използващи ДОС като първична операционна система, съществуват огромно множество евтини компилатори, инструментални средства и приложения програми, а така също и цяла армия от добре обучени, опитни, можещи програмисти. Когато поредното поколение микропроцесори стане по-мощно, технологията, считана за остаряла за настолните машини, става достъпна за други цели. Точно това е моментът, когато много от фирмите-производителки създават собствени ЕПК, на базата на “остарялата” вече технология, например

- ◆ AMD 186ES/EM, 386 “Elan” 300 и 486 “Elan” 400
- ◆ Intel 186EC, 386EX и “Ultra Low Power” ULP486
- ◆ NEC NHТ
- ◆ ALi M6117 (използван от автора, затова ще бъде даден като пример)

Така стоят нещата и по отношение на програмното осигуряване. “Остарялата” вече ДОС се използва в тези ЕПК като ядро и база за работа на приложните програми, които реализират основните функции на даденото микропроцесорно устройство. Две от най-използваните такива ДОС са:

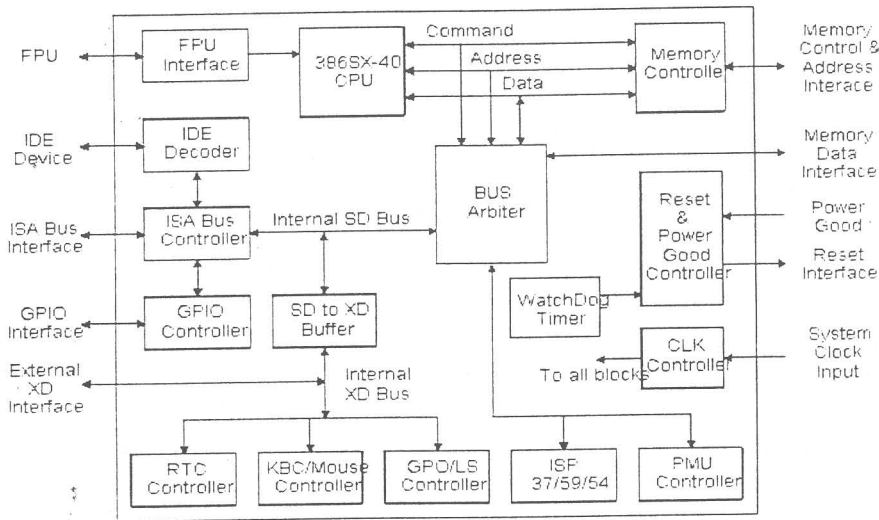
- ◆ Caldera DR-DOS (бившата DR-DOS → Novell DOS → OpenDOS)
- ◆ Datalight ROM-DOS (създадена специално за вградени МПС)

ROM-DOS е определено ненадмината по гъвкавост и лекота на настройка, затова се използва и от автора и ще бъде разгледана като пример.

И така, основното предимство на ЕПК е в използването на съществуващи вече развойни програмни средства, драйвери и помощни програми, което позволява на разработчика да се съсредоточи върху главното — приложното програмиране на вградената МПС за конкретната ѝ функция.

## 2. Апаратна част

Първото, което трябва да се направи, е да се избере ЕПК, на чиято база ще се проектира МПС. Това зависи най-вече от конкретните ѝ задачи. За целите на своята задача (устройство за работа със Стандартни MIDI-файлове) авторът избра M6117C на фирмата Acer Laboratories Incorporated (ALi) от Тайван. Ето вътрешната блокова схема на този ЕПК:



Следващата стъпка в процеса на проектирането е да се съставят блоковата и принципната схема на устройството. Както се вижда, M6117C изисква минимално количество външни интегрални схеми:

- ◆ RAM
- ◆ ROM
- ◆ Тактов генератор
- ◆ Схема за начално установяване (RESET)

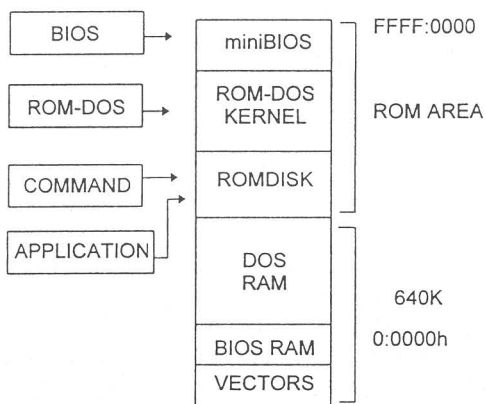
Ако е необходимо, на ISA-магистралата могат да се включат допълнителни устройства, например свръх-входно-изходният (“Super I/O”) контролер M5113 на същата фирма, съдържащ два серийни порта, един паралелен порт и контролер за флописидково устройство, както и IDE-диск[ове].

На следващата страница е показана една типична МПС с този ЕПК.

Както се вижда, той синтезира всички необходими честоти с единствен кварцов резонатор, 32768 Hz. Тук се изисква особено внимателно проектиране на печатната платка, като най-важното е пътеката на системния такт CPUCLK да бъде колкото може по-къса. При дължина над  $\approx 40\text{-}50\text{ mm}$  е необходимо да се реализира лентова или микролентова линия.

Не на последно място, корпусът на ЕПК с повърхностен монтаж и стъпка между изводите 0,5 mm изисква прецизна настройка на монтажните работи и пещите за запояване, както и висока квалификация на персонала. Ръчен монтаж, освен на стадия на прототипа, тук е абсолютно невъзможен.

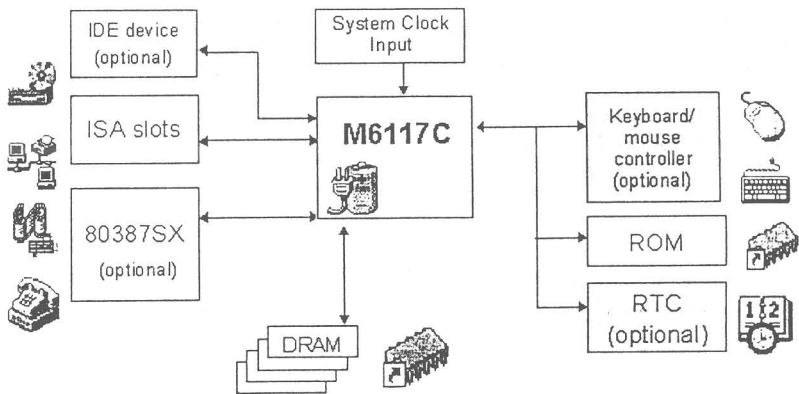
В следващите глави се разглеждат проблемите на програмната част. Ето картата на паметта на типичен ЕПК:



### 3. BIOS

Това е най-големият проблем при програмното осигуряване на ЕПК, защото фирмите-производители обикновено предлагат само така наречения “общ” (Generic) BIOS, който трябва да се модифицира, за да работи на конкретната платформа. Затова колкото по-малък е BIOS, толкова по-добре. Някои от нестандартните периферни устройства (напр. операторският панел на авторовия проект) могат да се управляват директно от приложната програма. BIOS трябва да осигури само драйверите, необходими на ДОС. До 1997 г. вкл. Datalight, производителът на ROM-DOS, предлагаше “miniBIOS”, използван от автора и затова даден тук като пример. От 1998 г. фирмата продава пълен BIOS, базиран на същия miniBIOS.

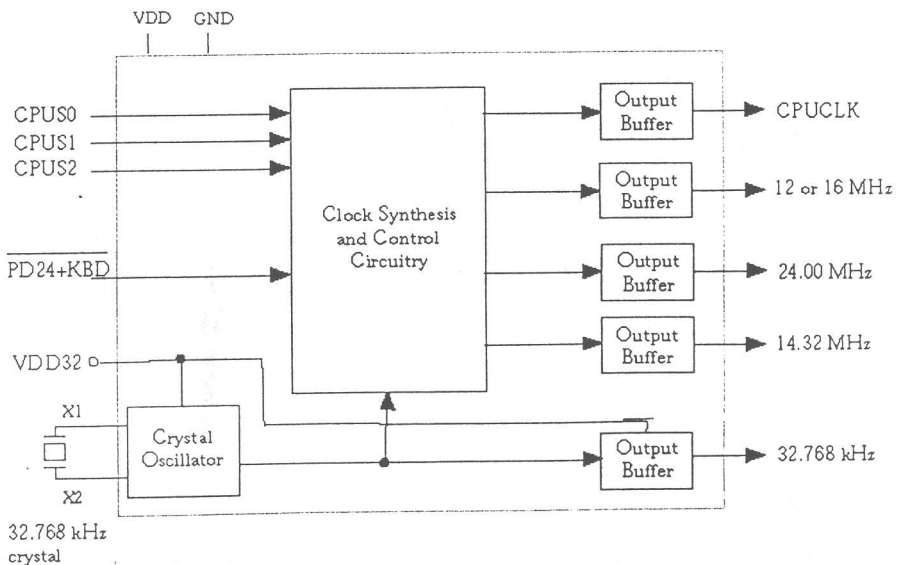
Първата стъпка в модификацията на “общия” BIOS е настройката на необходимите конфигурационни регистри на ЕПК и свръх-входно-изходния контролер. Най-удобно е това да стане в отделен файл, напр. ChipInit.inc, включен в BIOSinit.inc. След това трябва да се модифицират следните файлове, като се адаптират към конкретните ЕПК и МПС:



Например авторът използва следните външни интегрални схеми:

- ◆ EDO DRAM 1MX16, 2 бр., тип 1816х, производство на много фирми
- ◆ Flash EEPROM 128Kx8, тип Am29F010, производство на AMD
- ◆ Свръх-входно-изходен контролер M5113, производство на ALi
- ◆ Схема за начално установяване MAX809, производство на Maxim
- ◆ Тактов генератор МК3230, производство на MicroClock (ICS)

Тактовият генератор е най-критичният системен компонент (най-често честотен синтезатор). Ето блоковата схема на горепосочения МК3230:

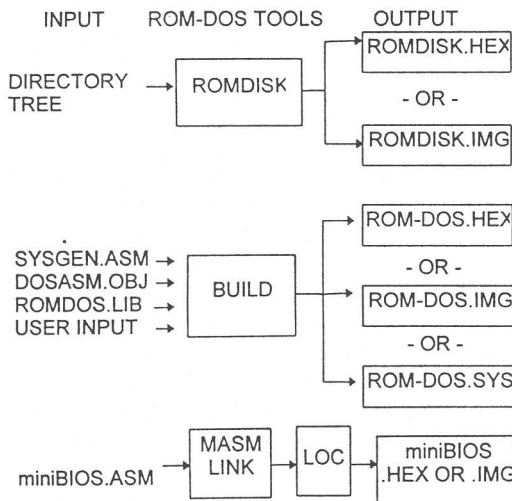


- BIOSinit.inc (инициализация на апаратната част, вкл. ChipInit.inc)
- miniBIOS.inc (вектори и инициализиращи функции, конфигурация)
- Con\_8250.asm (управление на конзолата на BIOS, използва я и ДОС)
- APM.inc (само ако се поддържа “зелената” спецификация АРМ)

Обикновено тези модификации не представляват трудност. Накрая така промененият BIOS трябва да се тества, което в общия случай е итеративен процес. При фабрична демонстрационна платка това не е голям проблем, но ако монтажът е извършен “на място” (каквото е случаят с авторовия проект), понякога е много трудно да се разбере кой проблем се дължи на дефект в монтажа (най-често студена спойка на фините крачета на ЕПК) и кой — на програмна грешка. За установяване на мястото в програмата, където се появява дефектът, се използват т. нар. “POST-кодове” (символи, изпращани по серийния конзолен порт). За да стане това обаче, е необходимо преди всичко да се тества портът. Но това означава, че свръх-входно-изходният контролер трябва да бъде правилно инициализиран и конфигуриран. От този порочен кръг понякога е трудно да се излезе.

## 4. ДОС

След като проблемите с апаратно-зависимия BIOS са решени, останалото е въпрос на избор и конфигурация на ДОС. В това отношение ROM-DOS на Datalight е най-гъвкав и лесен за настройка, което се признава и от много специалисти от цял свят. Ето общата картина на целия този процес:



Вижда се, че в процеса на генерация на ядрото, който става с програмата BUILD, участва освен библиотеката на ядрото (ROMDOS.LIB, написана на Си и DOSASM.OBJ — на асемблер), още и файлът SYSGEN.ASM.

Последният файл подлежи на модификация. Освен някои конфигурационни параметри, той съдържа и списък на драйверите на ДОС. Изходните текстове на стандартните драйвери (вкл. тези за виртуални дискове) са включени в пакета на ROM-DOS, което позволява тяхната модификация и дори създаване на драйвери за някои нестандартни периферни устройства.

Генерирането на ядрото става с BUILD. Тази интерактивна програма просто задава някои въпроси на оператора, и след като той им отговори, стартира самия процес, при който се асемблира Sysgen.asm, свързват се библиотеките и другите обектни файлове, а накрая “локаторът” LOC фиксира адресите от изпълнимия файл съгласно адресната карта и генерира ядрото като разширение на BIOS или файл за начално зареждане от диск[ета].

## 5. Обвивка на ДОС

На схемата от предната страница е показан и т. нар. “ROM-диск” — разположен в ROM виртуален диск, който се създава с програмата ROM-DISK и се открива от вградения драйвер за ROM-дискове на ROM-DOS в процеса на начално зареждане. Той съдържа файла Config.sys, инсталируемите драйвери, командния процесор (обвивката) и приложните програми. Във вградените МПС най-често има само една приложна програма, която се зарежда като обвивка на ДОС и не ѝ връща повече управлението.

Обвивката може да се разработи с произволен програмен пакет на произволен език от произволно ниво, стига да генерира изпълним в ДОС файл (COM или EXE). Авторът използва MS-Visual C++ 1.5. Обвивката му управлява директно периферни устройства като операторски панел и серийни MIDI-портове. Да видим как стават тестването и настройката ѝ.

Поради липсата на някои стандартни периферни устройства като клавиатура, видеомонитор или дискови устройства рядко е възможна работата със стандартна настройваща програма (debugger). Има главно два подхода

- Дистанционна настройка чрез серийния порт, напр. с Turbo Debugger
- Настройка на отделни програмни компоненти на развойната машина, в средата на развойната система или на ДОС, с помощта на тествачи “драйверни” програми, и ако се наложи, стандартна настройваща програма. Така тестваните компоненти се интегрират впоследствие в обвивката.

**Заклучение:** ЕПК са “боклукчийското кошче” на компютърните технологии. Да изровим съкровищата оттам! Базирано на наличните развойни ресурси за ДОС, програмирането за ЕПК е така лесно, както и за IBM PC.

## Литература

1. M6117C Data Sheet, Acer Laboratories, Inc., Taipei, 1998.
2. MK 3230 Data Sheet, MicroClock Division of ICS, San Jose, 1998.
3. ROM-DOS Developer's Guide, Datalight, Inc., Arlington, 1999.