O Microprocessador 8086

Introdução

O microprocessador 8086 é um microprocessador com uma arquitectura de 16 bits, com um conjunto de cerca de 123 instruções, tem um bus de endereços de 20 bits, os seus registos são de 16 bits e uma *pre-fetch queue* de 6 bytes (memória do tipo FIFO na qual são colocadas as instruções de código a serem executadas a seguir).

Porquê o estudo do 8086?

Trata-se de um microprocessador cuja arquitectura está na base de todos os processadores da série 80x86. Qualquer tipo de microprocessador Intel do 80186 ao Pentium III é retro compatível com o 8086, podendo trabalhar como se de um 8086 se trata-se.

Desta forma o 8086 é o ponto de partida ideal para que se possa compreender o funcionamento de uma gama completa de microprocessadores.

Arquitectura interna

As funções internas do processador 8086 estão divididas em duas unidades lógicas de processamento. A primeira é a BIU (***B**us **I**nterface **U**nit*) e a segunda a EU (***E**xecution **U**nit*), tal como se pode ver no diagrama de blocos da figura 1.

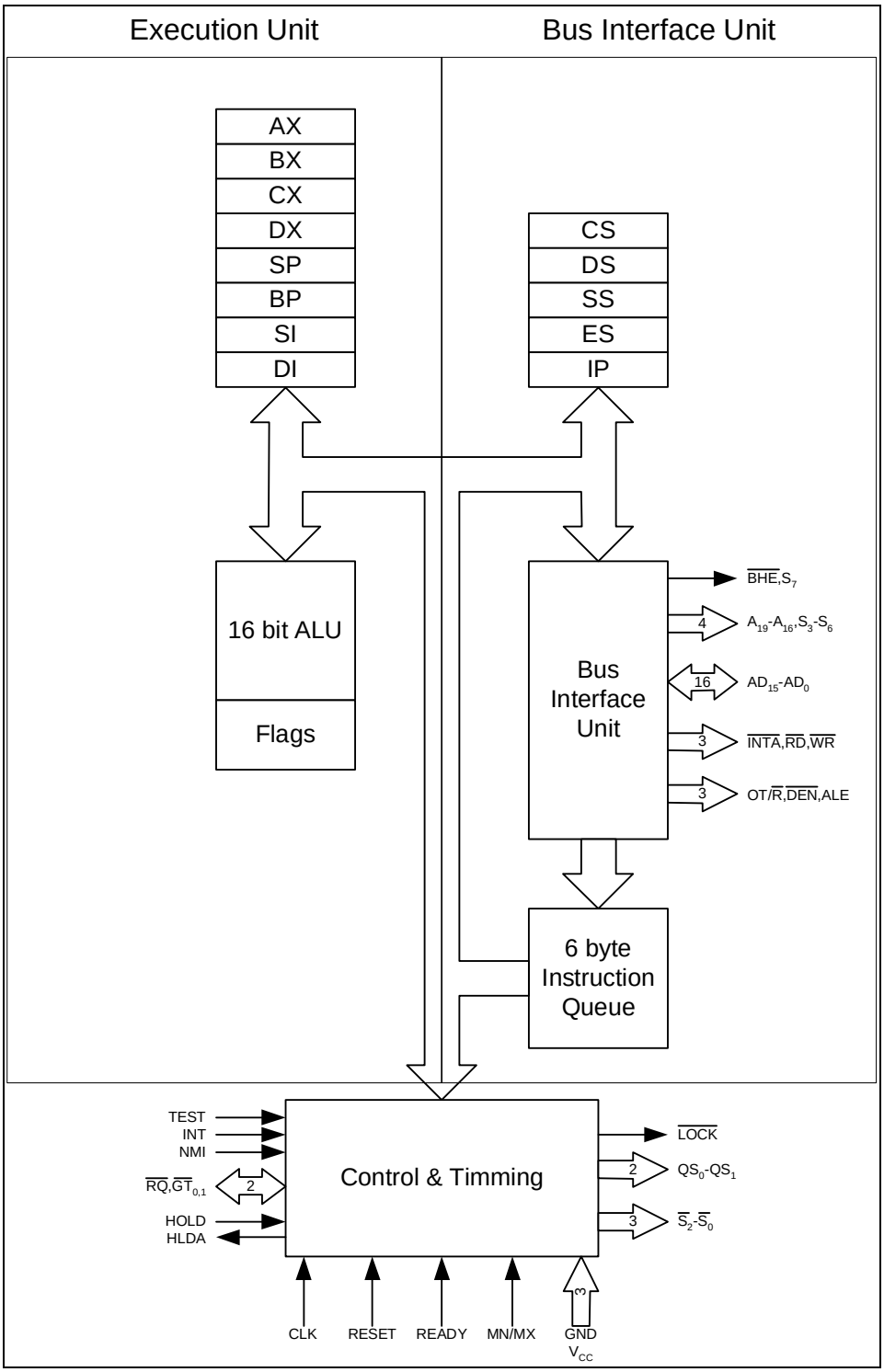


Figura 1 - Diagrama de blocos do 8086.

Estas duas unidades interagem directamente, mas normalmente funcionam assincronamente como dois processadores isolados.

Bus Interface Unit

A **BIU** trata das funções de busca e colocação em *queue* de instruções, leitura e gravação de operandos e realocação de endereços. Esta unidade trata também do controlo do *bus*.

Para realizar estas funções, a **BIU** possui: registos e segmentos, registos de comunicação interna, indicador de instrução, *queue* de registos, somador de endereços e lógica de controlo do barramento.

A **BIU** utiliza o mecanismo chamado fluxo de instrução para implementar a arquitectura ***pipeline***. O registo *queue* permite que haja uma *pre-fetch* de até 6 bytes de código de instrução (4 bytes no caso do 8088). Sempre que a *queue* tenha 2 bytes livres, e a **EU** não esteja a executar operações de escrita ou leitura em memória, a **BIU** irá efectuar uma operação de *pre-fetch*. Como o barramento de dados é de 16 bits, a **BIU** efectua um *pre-fetch* de 2 bytes por ciclo.

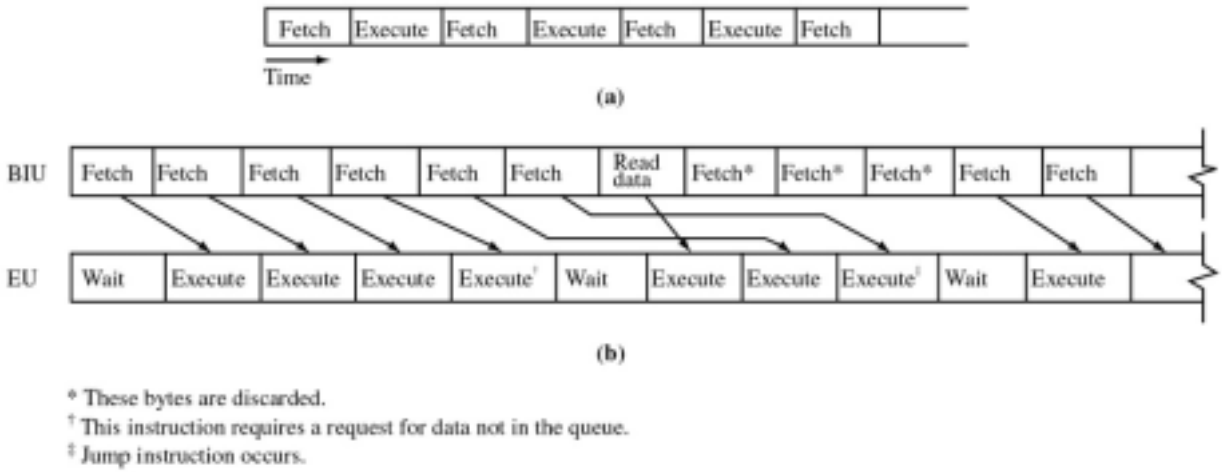


Figura 2 - (a) Ciclo sequêncial de busca e execução de um microprocessador sem pipeline. (b) A arquitectura pipeline do 8086 permite à EU executar as instruções sem os atrasos associados à busca de instruções.

Quando o registo queue está completo, e a **EU** não está a executar operações de escrita/leitura na memória, a **BIU** não efectua ciclos de barramento. Estes tempos por inactividade das vias são chamados *Idle States*.

Quando a **BIU** está a executar uma *pre-fetch*, e a **EU** a executar operações de escrita/leitura da memória ou I/O, a **BIU** completa primeiro a *pre-fetch* e só depois atenderá o pedido da **EU**.

Execution Unit

A unidade de execução é responsável pela descodificação e execução de todas as instruções de código. A **EU** é constituída por uma **ALU** (***A**ritmethic **L**ogic **U**nit*), *flags* de estado e controlo, oito registos de uso geral e lógica de controlo de *queue*.

A **EU** processa as instruções no registo de *queue* da **BIU**, processa a descodificação destas instruções, gera endereços de operandos - se necessário -, transfere estes endereços para a **BIU**, requisitando ciclos de leitura/escrita na memória ou I/O e processa a operação especificada pela instrução sobre os operandos. Durante a execução a **EU** testa as *flags* de estado e controlo, alterando-as se necessário conforme o resultado da instrução corrente.

Geralmente o registo de queue contém pelo menos um byte de código de instrução fazendo com que a **EU** não necessite de esperar pela busca em memória da instrução seguinte.

Quando a **EU** executa uma instrução de salto, ou desvio, ela transfere o conteúdo para uma nova posição de memória, neste instante, a **BIU** reinicializa a *queue* passando a executar a *pre-fetch* a partir da nova localização de memória.

Os registos do 8086

Os registos podem ser classificados em 4 grupos:

Registos de uso geral ou de dados;
Registos de ponteiro e de índice;
Registos de segmento;
Registos de estado ou flags e indicadores de instrução.

Registos de dados

Cada um dos registos de dados AX, BX, CX e DX, pode ser usado como dois registos de 8 bits independentes, passando a ser designados como por ex.: AH e AL, em que AH é o byte mais significativo e AL o menos significativo de AX.

Apesar de normalmente serem usados para operações aritméticas de 8 e 16 bits, operações lógicas e transferência de dados, por vezes têm funções específicas.

➲ *AX (Acumulador)*

O registo AX ou acumulador, e como tal está envolvido em tipos específicos de operações como IN (entradas de dados) e OUT (saídas de dados), multiplicação, divisão e operações de ajuste decimal codificado em binário.

➲ *BX (Base)*

O registo BX é frequentemente usado como um registo base para referenciar posições de memória. Nesses casos, o BX guarda o endereço base de uma tabela ou vector no qual posições específicas são referenciadas adicionando-se um valor de deslocamento.

➲ *CX (Contador)*

O registo CX funciona como um registo de 16 bits para contar o número de bytes ou palavras numa dada *string*, durante operações com strings de caracteres e em operações interactivas. Por exemplo se ***n*** palavras devem ser movidas de uma área de memória para outra, o registo CX irá conter inicialmente o número total de palavras a serem movidas, e será decrementado à medida que cada palavra ou byte for transferido. O CX é também usado como contador de 8 bits para instruções de deslocamento e rotação.

➲ *DX (Dados)*

O registo DX é usado em operações de multiplicação para armazenar parte de um produto de 32 bits (os 16 bits mais significativos), ou em operações de divisão para armazenar o resto.

Pode também ser usado em operações de IN e OUT para especificar o endereço de uma porta de I/O.

Registos de Ponteiro e Índice

Os registos de ponteiros e índice são usados para armazenar valores de deslocamento de forma a aceder a posições de memória muito usadas, tais como a *stack*, ou blocos de dados de acordo com uma organização vectorial. Os ponteiros SP e BP, são usados para guardar deslocamentos no segmento de *stack* corrente da memória, enquanto os dois registos de índice SI e DI, são usados para guardar deslocamentos no segmento de dados da memória.

Existem algumas excepções a estas regras, tal como em operações em que dados são transferidos de uma posição para outra, com as posições de origem e destino indicadas por SI e DI respectivamente.

Uma característica importante dos quatro registos é que podem ser usados em operações aritméticas e lógicas, possibilitando assim que os valores de deslocamento neles contidos sejam resultados das operações anteriores.

➲ *SP (Stack pointer)*

É o ponteiro da *stack* (pilha), e aponta para a posição de topo da *stack*, é o registo usado por defeito nas operações de PUSH e POP.

➲ *BP (Base pointer)*

É o ponteiro da base, permite o acesso a dados dentro do segmento da *stack*. Normalmente, este registo é usado para referências parâmetros que devem ser acedidos através da *stack*.

➲ *SI (Segment index)*

É usado como registo de índice em alguns modos de endereçamento indirecto. É também usado para guardar um deslocamento que vai endereçar a posição do operando fonte em operações com *strings*.

➲ *DI (Data index)*

É usado como índice em alguns modos de endereçamento indirecto. É também usado para guardar a posição de destino do operando em operações com *strings*.

Registos de Segmento

As áreas de memória alocadas para código de programa, dados e *stack* (pilha) são endereçados separadamente. Existem quatro blocos de memória endereçados disponíveis, chamados segmentos, cada um com 64 Kbytes.

Os registos CS, DS, SS e ES são usados para apontar à base dos quatro segmentos endereçáveis de memória; Segmento de código (***C**ode **S**egment*); Segmento de dados (***D**ata **S**egment*); Segmento de *stack* (***S**tack **S**egment*); e Segmento extra (***E**xtra **S**egment*).

Ponteiro de instrução

É usado para localizar dentro do segmento de código a posição da memória da próxima instrução de código a ser colocada na *queue*. IP é incrementado automaticamente em função da instrução de código executada anteriormente.

Registo de *flags*

O registo de *flags* é um registo de 16 bits, dos quais apenas 9 bits contêm *flags*, e que são usados para indicar várias situações durante a execução das instruções bem como relativas ao seu resultado.

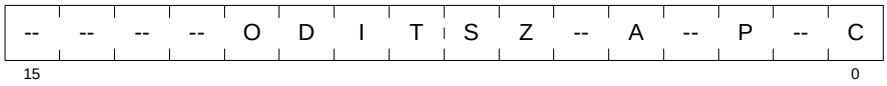


Figura 3 - Registo de *flags* do 8086.

Flag	Nome	Descrição
O	Flag de Overflow	Qualquer resultado de uma operação aritmética sinalizada que exceda os limites da área destinada produz um overflow OF=1
D	Flag de Direcção	É usada para indicar a direcção em que as instruções de strings são processadas em relação a SI e DI
I	Flag de Interrupção	Quando a 1, habilita as interrupções INT externas, a 0 desabilita as mesmas
T	Trap Flag	Quando a 1, após a próxima instrução ocorrerá uma interrupção passo a passo, é colocada a 0 pela própria interrupção
S	Flag de Sinal	É indicado se um número é positivo ou negativo.
Z	Flag de Zero	É colocado a 0 se o resultado de uma operação aritmética ou lógica for 0
A	Flag de Carry Auxiliar	É utilizada pelas operações de ajuste decimal, reflecte o estado "vai um" entre os nibbles do byte inferior de um resultado aritmético
P	Flag de Paridade	Se o byte menos significativo do resultado de uma operação aritmética ou lógica apresentar um número par de 1's, o bit é colocado a 1
C	Flag de Carry	Vai variando o seu valor de acordo com o resultado das instruções executadas, usado maioritariamente para resultados de operações aritméticas e de comparação.

Tabela 1 - Descrição das flags do 8086.

Organização da memória do 8086

O microprocessador 8086 tem um barramento de endereços de 20 bits, assim pode endereçar até 2^{20} bytes de memória (1 Mbyte). No entanto o 8086 não consegue trabalhar directamente com endereços maiores do que 2^{16} (palavras de 16 bits) pelo que, à partida, o seu funcionamento estaria limitado a apenas 64 Kbytes de memória.
Para resolver este problema, o 8086 utiliza a memória de forma segmentada (blocos de 64 Kbytes), e para poder trabalhar com a memória disponível usando apenas registos de 16 bits, o 8086 recorre aos registos de segmento.
Assim para aceder a um endereço individualmente, utiliza 2 registos de 16 bits, o primeiro indica a base do segmento (valor divisível por 16), e o segundo indica o *offset* dentro do segmento, assim são designados por endereços relativos ou deslocamentos relativos.

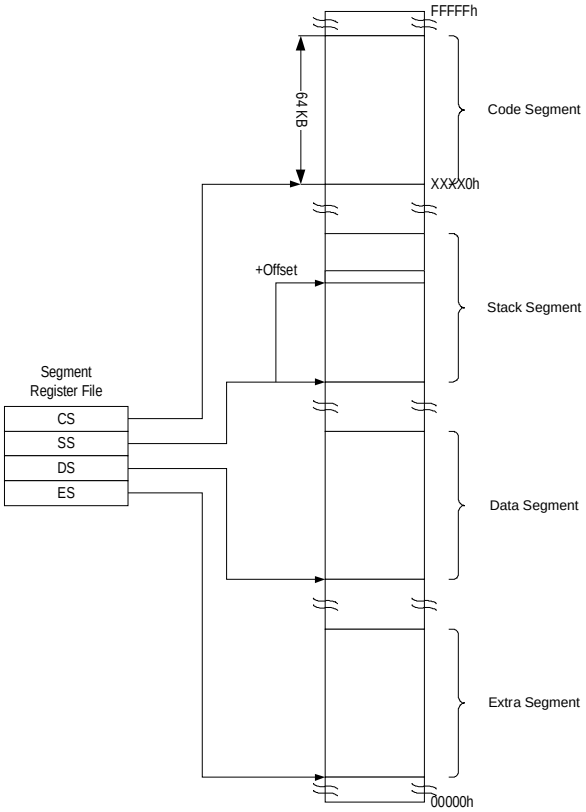


Figura 4 - Mapa de memória exemplificativo dos segmentos e *offset*.

Uma base e um deslocamento formam um endereço segmentado, o 8086 converte o endereço segmentado de 32 bits num endereço de 20 bits. Na realidade o que acontece é que o CPU desloca a base 4 bits à esquerda e adiciona-lhe o valor de deslocamento.
ex.: o endereço 1666:0001 = 16660h+0001h=16661h

O espaço de memória do 8086 é implementado por dois bancos de memória de 512 Kbytes independentes. Denominados por banco par e banco ímpar.

Os bits de endereço de A_1 a A_{19} seleccionam e acedem a uma posição de memória, assim sendo, estas linhas são aplicadas aos dois bancos em paralelo. A_0 e $\overline{BHE}$ (***B**ank **H**igh **E**nable*) são usadas como sinais de selecção do banco, o valor '0' em A_0 identifica um endereço par de um byte de dados e faz com que esse banco fique acessível. Por outro lado, o $\overline{BHE}$ a '0' permite ao banco impar ser acedido por um endereço impar de um byte de dados. Cada um dos bancos de memória providência metade dos 16 bits de uma palavra de dados.

Quando o 8086 acede a uma palavra de dados de 16 bits num endereço par, os dois bancos são acedidos ao mesmo tempo, tanto o A_0 como o $\overline{BHE}$ estão no nível lógico '0'. Neste caso, um byte de dados é transferido ou recebido pelo banco par e pelo banco impar simultaneamente. Esta palavra de 16 bits é transferida pela linha de dados completa (D_0 a D_{15}). Quando a memória for acedida por endereço par, diz-se que os bancos de memória estão alinhados, e as operações de transferência fazem-se apenas num ciclo de *bus*.

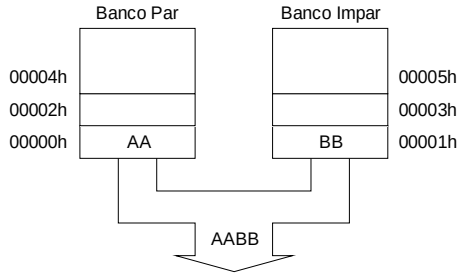


Figura 5 - Exemplo de uma transferência de memória com os bancos alinhados.

Se a palavra a aceder estiver num endereço ímpar, diz-se que os bancos estão desalinhados, isto é, o byte mais significativo está localizado no endereço menor do banco impar, o byte impar da palavra está localizado no endereço x+1 e o byte par está no endereço y, são necessários dois ciclos de bus para aceder a esta palavra. No primeiro ciclo o byte impar que está localizado no endereço x+1, é acedido colocando-se A_0 a '1' e $\overline{BHE}$ a '0', e os dados são transferidos por D_8 a D_{15}. logo se seguida, o 8086 incrementa o endereço (A_0 a '0'), isto representa que o próximo endereço é par. De seguida inicia-se um segundo ciclo de memória, durante o qual o byte par, localizado em y no banco par é acedido. A transferência é feita por D_0 a D_7 das linhas de dados, sendo $\overline{BHE}$ '1' e A0 '0'.

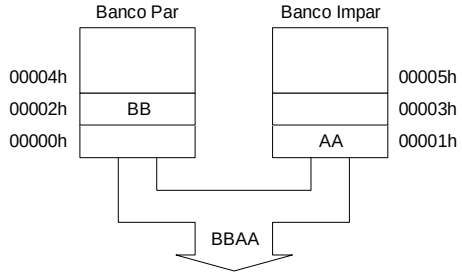


Figura 6 - Exemplo de transferência de memória com os bancos desalinhados.

Deste modo para se aceder a uma palavra de dados não alinhada o 8086 usa dois ciclos de bus, tendo ainda de alinhar as palavras internamente (transparente para o utilizador).

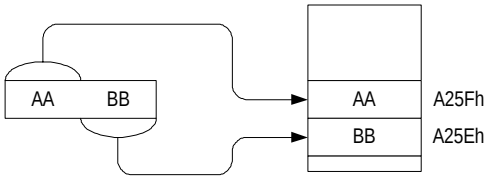


Figura 7 - Forma de armazenamento de palavras na memória.

Para optimizar o desempenho do 8086 deve-se colocar as palavras de 16 bits em posições de memória de endereço par, para que os bancos esteja alinhados, e para que ao aceder aos mesmos se use apenas um ciclo de *bus*.

Ciclos de barramento

Cada ciclo de barramento do processador consiste em pelo menos quatro ciclos de *clock*. Estes são conhecidos como T_1, T_2, T_3 e T_4. O endereço é colocado no *bus* pelo processador durante T_1 e a transferência de dados é feita durante T_3 e T_4. T_2 é usado principalmente para a mudança de direcção do *bus* durante operações de leitura.

No caso do dispositivo endereçado dar um sinal "*NOT READY*", são inseridos estados de espera (*Wait States*, T_w) entre T_3 e T_4. cada Tw inserido tem a duração de um ciclo de *clock*.

Podem existir períodos de inactividade entre ciclos de *bus*, estes são referidos como estados *IDLE* (T_i), ou ciclos de *clock* inactivos, são usados pelo processador para processamento interno.

Durante T_1 de qualquer ciclo de barramento surge um pulso de **ALE** (***A**ddress **L**atch **E**nable*). No final deste pulso o está disponível um endereço válido nas *latches* de endereço, bem como algumas informações de status relativas ao ciclo de barramento actual.

Os bits $\overline{S_0}$, $\overline{S_1}$ e $\overline{S_2}$ são usados no modo máximo pelo controlador do bus para identificar o tipo de operação a ser executada de acordo com a tabela 2.

$\overline{S_2}$	$\overline{S_1}$	$\overline{S_0}$	Operação
0	0	0	Int. Acknowledge
0	0	1	Read I/O
0	1	0	Write I/O
0	1	1	Halt
1	0	0	Instruction Fetch
1	0	1	Read from Memory
1	1	0	Write to Memory
1	1	1	Passive (Idle State)

Tabela 2 - Tipos de ciclo do bus .

Os bits S_3 a S_7 são multiplexados com os bits menos significativos de endereços e com $\overline{BHE}$, sendo válidos entre T_2 e T_4. S_3 e S_4 indicam que segmento de memória irá ser utilizado neste ciclo de *bus* de acordo com a tabela:

S_4	S_3	Descrição
0	0	Extra Segment
0	1	Stack
1	0	Code or none
1	1	Data

Tabela 3 - Segmento de memória acedido.

O bit S_5 é um espelho da *flag* IF, S_6=0 e S_7 é um bit de *status* de reserva.

Temporização do sistema

Ciclo de leitura (*read cycle*)

O ciclo de leitura começa em T_1 e com o pulso de ALE. No flanco descendente de ALE, é usado para fixar a informação de endereço na *latch* de endereços, que está disponível no *bus*. O $\overline{BHE}$ e A_0 endereçam os bytes mais significativos ou menos significativos ou ambos. De T_1 a T_4 a linha $M/\overline{IO}$ indica se se trata de leitura de memória ou de um dispositivo de I/O.
Em T_2 o endereço é removido do *bus*, ficando o mesmo em alta impedância. O sinal de leitura /RD é também activado durante T_2, este faz com que o dispositivo endereçado coloque os dados no *bus*, e que active a linha READY com o valor '1'. Quando o processador colocar a linha $\overline{RD}$ a '1' o dispositivo endereçado coloca a sua saída em alta impedância.

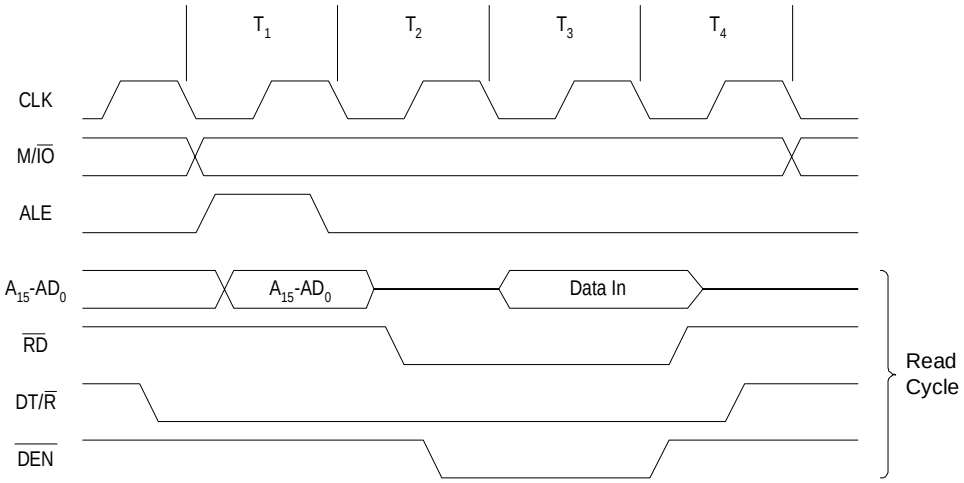


Figura 8 - Diagrama temporal de um ciclo de leitura.

Ciclo de escrita (*write cycle*)

O ciclo de escrita também começa em T_1 com a activação da linha ALE e colocação do endereço na *latch*. A linha $M/\overline{IO}$ é novamente activada para indicar o tipo de escrita (memória ou I/O). Em T_2, imediatamente a seguir ao endereço, o processador coloca os dados no *bus*, estes dados permanecem disponíveis até ao meio de T_4. Durante T_2, T_3 e T_W o processador activa a linha $\overline{WR}$. O sinal $\overline{WR}$ é activado no inicio de T_2, ao contrário de $\overline{RD}$ que tem um atraso para permitir variações no *bus*.

Os sinais $\overline{BHE}$ e A_0 são usados para seleccionar os bytes da palavra de memória I/O a serem lidas ou escritas de acordo com a tabela 4.

$\overline{BHE}$	A_0	Descrição
0	0	Palavra completa
0	1	Byte mais significativo de/para endereço impar
1	0	Byte menos significativo de/para endereço par
1	1	Nenhum

Tabela 4 - Bytes da memória a ser acedidos.

Os portos I/O são endereçados da mesma forma que as localizações de memória. Bytes endereçados em posições pares são colocados nas linhas D_7-D_0 do bus, e os endereços em posições impares são colocados nas linhas D_{15}-D_8 do *bus*.

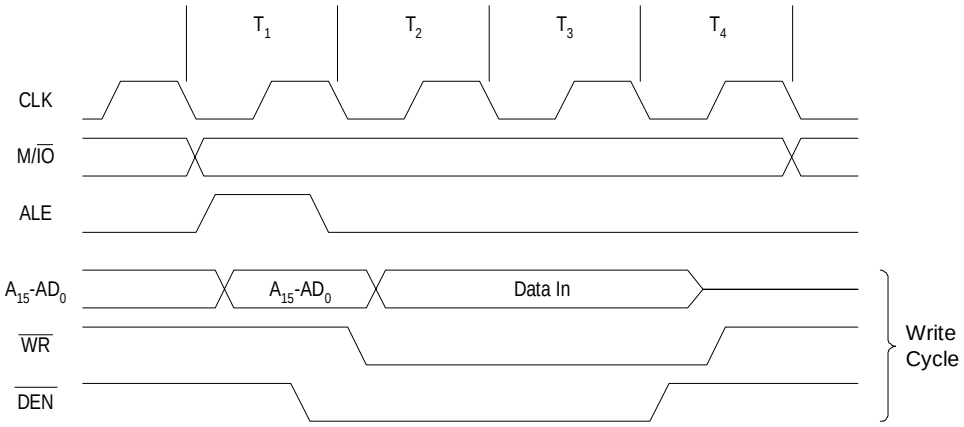


Figura 9 - Diagrama temporal de um ciclo de escrita.

Interrupções

Existem duas classes de interrupções no 8086, as de *software* e as de *hardware*. As de *software* estão descritas no conjunto de instruções do 8086. As interrupções de *hardware* podem ser divididos em “mascaráveis” e “não mascaráveis”.

As interrupções resultam na transferência de controlo para uma nova localização de programa, através da utilização de uma tabela de 256 elementos contendo ponteiros com endereços para a localização das rotinas de interrupção. Esta tabela está localizada nos endereços absolutos 000H a 3FFH, que é reservada para este fim.

Cada elemento da tabela tem 4 bytes e corresponde a um “tipo” de interrupção. Um dispositivo que origine uma interrupção, “fornece” um número de 8 bits durante a rotina de “*Interrupt Acknowledge*” e que é usado para ser “encaminhado” através da tabela de vectores de interrupção.

Interrupções não mascaráveis

O 8086 tem apenas um pino de *interrupt* não mascarável e que tem prioridade mais elevada que os mascaráveis. Esta interrupção é activada no flanco ascendente.

A interrupção NMI deve ter uma duração mínima de 2 ciclos de *clock*, mas não é necessário que esteja sincronizada com este. Na transição 0-1 deste pino, é activada a *latch* interna do processador, e a interrupção será atendida no fim da instrução actual, ou entre movimentos de instruções de bloco.

Interrupções mascaráveis (INTR)

O 8086 tem apenas uma entrada de interrupção mascarável (INTR). Que pode ser mascarada (codificada) internamente por *software*.

Esta interrupção é activada por nível, e é internamente sincronizada com cada ciclo de *clock* no seu flanco ascendente. Para ser atendida, deve estar a '1' durante o último ciclo de *clock* do final da instrução corrente, ou no final das instruções de movimento de bloco.
Durante a sequência de resposta a INTR, todas as outras interrupções são desabilitadas. E é feito um *reset* ao bit de *enable* como resposta a qualquer interrupção (INTR, NMI, Software e single-step), embora o registo de *flags* seja automaticamente colocado na *stack*, o mesmo reflicte o estado do processador antes da interrupção, até que o registo de *flags* seja retirado da *stack* o bit de *enable* fica a '0', a não ser que seja alterado por *software*.

Durante a sequência de resposta (ver figura 10) o processador executa dois ciclos completos de *interrupt acknowladge* (INTA). O processador activa a linha LOCK no T_2 do primeiro ciclo de *bus*, até ao T_2 do segundo.

Um pedido de HOLD do *bus* não será atendido até ao fim do segundo ciclo de INTA. Durante o segundo ciclo de *bus* é lido um byte do sistema externo de *interrupt* (ex.: 8259A PIC) que identifica o tipo e origem da interrupção. Este valor é utilizado para apontar o controlo de programa para a rotina apropriada através da tabela de vectores de interrupção.

Enquanto a linha INTR estiver a '1', o processador continua a responder a esses pedidos de interrupção. No fim da rotina de interrupção as *flags* originais são retiradas da *stack* e colocadas no registo de *flags*.

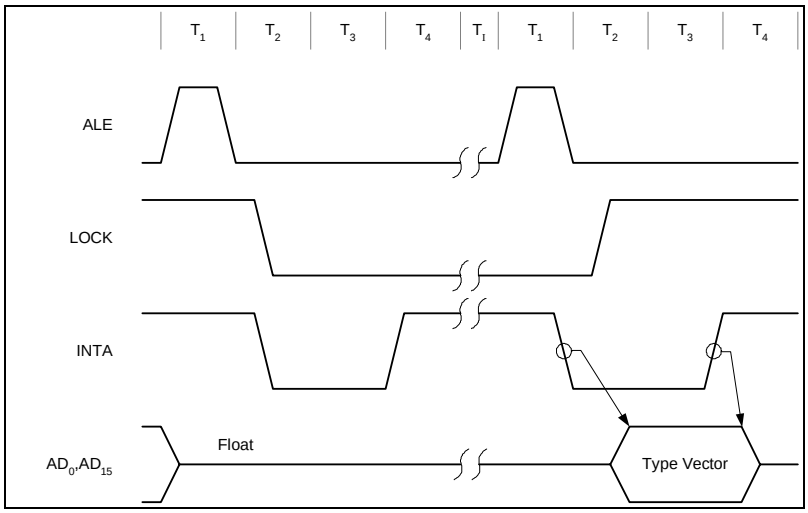


Figura 10 - Diagrama temporal da sequência de *Interrupt Acknowledge.*

Sistema de Input/Output

A forma utilizada pelo 8086 para aceder a dispositivos I/O é semelhante à usada para aceder à memória principal, ou seja, estas transferências são feitas através do barramento multiplexado de dados e endereços.

Espaço de endereçamento I/O e transferência de dados

As portas I/O num sistema com o 8086 podem transferir informação de 8 ou 16 bits. A porta seleccionada é acedida por um endereço I/O. Este endereço é especificado na instrução que executa operações I/O. Os endereços são de 16 bits e aparecem nas linhas AD_0 a AD_{15} do barramento. Os bits A_{16} a A_{19} são colocados a '0' durante T_1 (período de endereçamento) de todos os ciclos de I/O do *bus*.

Através do sinal de controlo $M/\overline{IO}$, o CPU informa o circuito externo que o endereço no barramento é para uma porta de I/O, desta forma este sinal pode ser usado para a *latch* de endereços ou descodificador externo. O espaço dedicado aos dispositivos é de 64 Kbytes.

As transferências entre o CPU e os dispositivos externos são realizadas através do *bus* de dados, a transferência de dados (palavras de 16 bits) requerem um a dois ciclos de *bus*. Para assegurar que é usado apenas um ciclo, as portas de I/O deverão estar alinhadas nos endereços pares. Por outro lado, as transferências de palavras de 8 bits necessitam de apenas um ciclo de *bus*, quer os dispositivos estejam num endereço par ou ímpar.

No 8086 a transferência de endereços pares são realizadas nas linhas D_0 a D_7 e as impares nas linhas D_8 a D_{15}. para aceder sequencialmente a um dispositivo periféricos (I/O), este deve estar

ligado de modo a que estejam todos em endereços pares ou impares. desta forma, todas as transferências terão lugar na mesma parte da via de dados.

I/O por mapeamento de memória

Os dispositivos de I/O também podem ser alocados no espaço de memória do 8086. Devido ao facto de os dispositivos actuarem como um endereço de memória, o CPU verá os dispositivos como posições de memória e não saberá distinguir as duas situações.

Esta técnica de mapeamento de I/O de memória proporciona flexibilidade de programação. Qualquer instrução que referência a memória pode ser usada para aceder a uma porta I/O localizada no espaço de memória.

Por exemplo a instrução MOV pode transferir dados entre uma porta lógia e um registo, ou as instruções AND, OR e TEST poderão ser usadas para manipular directamente os bits dos registos dos dispositivos I/O (porque estes se apresentam como posições de memória), além disso, I/O em memória mapeada apresenta a vantagem de poder utilizar os vários modos de endereçamento do processador (apenas disponíveis para endereços de memória).

Arquitectura dos Microcomputadores

A evolução dos microcomputadores

Na tabela podemos ver a evolução da família de microprocessadores INTEL desde a introdução do microprocessador de 16 bits até ao PENTIUM III de 1 GHz.

A utilização de microcomputadores de 16 bits começa por ser generalizada por volta de 1980 com o lançamento do primeiro computador pessoal por parte da IBM, tendo ficado conhecido como o IBM-PC. Embora já nessa altura outras marcas fabricassem equipamentos de 16 bits baseados no 8086, estes não eram compatíveis entre si, quer no sistema operativo, quer no *software* que podiam executar.

O equipamento lançado pela IBM, embora seja construído tendo por base um microprocessador cujo *bus* é de 8 bits, o 8088, transformou-se no padrão dos computadores pessoais de 16 bits, tanto para o mercado das empresas que desenvolviam *software*, como para os fabricantes de *hardware*.

Modelo	Ano de lançamento	Velocidade	Bus de dados	Espaço de memória endereçável
8086	1978	5 MHz 8 MHz 10 MHz	16 bits	1 Mbyte
8088 e V20	1979	5 MHz 8 MHz 10 MHz	8 bits	1 Mbyte
80286	1982	8 MHz 10 MHz 12 MHz	16 bits	16 Mbyte
80386 DX	1985	16 MHz 20 MHz 25 MHz 33 MHz	32 bits	4 Gbyte
80386 SX	1988	16 MHz 20 MHz	16 bits	16 Mbyte
80486 DX	1989	25 MHz 33 MHz 50 MHz	32 bits	4 Gbyte
80486 SX	1991	16 MHz 20 MHz 25 MHz 33 MHz 50 MHz	32 bits	4 Gbyte
Pentium	1993	60 MHz 66 MHz 75 MHz 90 MHz 100 MHz 120 MHz 133 MHz 150 MHz 166 MHz	64 bits	4 Gbyte
Pentium – Pro	1995	150 MHz 180 MHz	64 bits	16 Gbyte

		200 MHz		
Pentium II	1997	233 MHz 350 MHz 400 MHz 450 MHz	64 bits	16 Gbyte
Celeron	1998	233 MHz 266 MHz 333 MHz 466 MHz 533 MHz	64 bits	4 Gbyte
Pentium III	1999	450 MHz 500 MHz 550 MHz	64 bits	16 Gbyte
Pentium IV	2000	1.3 GHz 1.4 GHz 1.5 GHz 1.7 GHz	64 bits	64 Gbyte

Tabela 5 - Resumo da evolução dos microprocessadores.

Isto permitiu normalizar o mercado e compatibilizar os equipamentos, para que fosse possível a troca de informação entre máquinas de diferentes fabricantes.

A escolha do 8088 por parte da IBM, foi apenas numa perspectiva financeira, pois tratava-se de um processador mais barato, tornando o equipamento mais atractivo ao mercado jovem, uma vez que naquela altura a velocidade não era um dos factores mais importantes na escolha de um computador.

A família 80x86

Iremos apenas falar das principais características de alguns dos microprocessadores da família 80x86 da Intel.

O 8088

Este processador difere do 8086 apenas no facto do seu *bus* de dados ser de 8 bits (o CPU é de 16 bits, as transferências de palavras de 16 bits são feitas em dois ciclos) e a *queue* que é de apenas 4 bytes, o que o torna mais lento que o 8086.

O 80186/88

O 80186 e 80188 tem entre eles as mesmas diferenças que o 8088 e 8086 (o 80186 tem *bus* de dados a 16 bits enquanto o 80188 tem *bus* de dados de 8 bits). O 80186/8 não é apenas um microprocessador, uma vez que já integra o controlador de interrupções, o controlador DMA e um *timer*, tem também um maior número de instruções que o 8086, e foi optimizado para maior rapidez.

O 80286

O 80286 é um processador de 16 bits, com um bus de endereços de 24 bits, e o *bus* de dados de 16 bits. A sua inovação tecnológica deve-se ao facto de poder funcionar em modo protegido, no qual pode endereçar até 16 Mbytes de memória, em modo real funciona como o 8086.

Para funcionar em modo protegido, tem mais 5 registos que não existiam no 8086. Tem endereçamento com *pipeline*, transfere novo endereço um ciclo de *clock* antes de terminar a operação actual.

O 80386

O 80386 foi o primeiro microprocessador de 32 bits a ser usado em PC's e as suas principais características são:

- 132 Pinos;
- *Queue* de 16 bytes;
- Unidade de gestão de memória (MMU) com segmentação e unidade de paginação;
- *Bus* de dados e endereços de 32 bits;
- Capacidade de endereçamento físico de 4 Gbytes;
- Implementação dos modos real, protegido e virtual 8086;
- Tem a mais 4 registos de controlo para o modo protegido, e 8 registos de *debug* para suporte de *debugging* no modo protegido e modo virtual 8086 a nível de *hardware*.

O 80486

O 486 consiste num processador 386 melhorado, com em melhor coprocessador matemático e um *chip* de memória *cache* de 8 Kbytes, para código e dados.

O Pentium

As suas características principais são:

- Dois *pipelines* de inteiros e um *floating-point*, que em determinadas circunstâncias conseguem executar duas instruções no mesmo ciclo de *clock*;
- Duas *caches* separadas (uma para código e outra para dados) com 8 Kbytes cada;
- *Bus* de dados externo de 64 bits;
- É um processador de 32 bits;
- Tem 296 pinos.

O Pentium-Pro

- Tem 387 pinos;
- Duas *caches* separadas para código e dados no CPU e uma *cache* adicional para código e dados ligada directamente a CPU, com capacidade de 256 Kbytes ou 512 Kbytes;
- *Bus* de endereços de 32 bits, para endereçamento físico de 64 Gbytes.
- Multiprocessamento com até 4 CPU's sem lógica adicional.

O Pentium II

O Pentium II é um Pentium-Pro ao qual foi adicionada a tecnologia MMX.

A tecnologia MMX já existia no Pentium.

MMX significa *Multimédia Extension*, e aumenta a velocidade das aplicações multimédia e 3D.

A principal característica deste tipo de aplicações multimédia e 3D é que são programas em que uma grande quantidade de pequenos pacotes de dados tem de ser processados (manipulação de bits numa imagem 3D por exemplo).

A arquitectura MMX permite recolher uma série de pacotes de dados e processar uma mesma instrução em todos dados ao mesmo tempo (SIMD ***S**ingle **I**ntruction **M**ultiple **D**ata*).

O Pentium III

É um desenvolvimento do Pentium II em que as inovações de resumem essencialmente a 72 novas instruções, que elas próprias constituem uma versão melhorada e estendida do MMX.

O Atlhon / K7 da AMD

- Velocidade de 500 MHz a 1 GHz
- Três *pipelines* de inteiros independentes
- Três *pipelines* para cálculo de endereços independentes
- *Cache* de 128 Kbytes no *chip* do processador
- *Cache* de 512 Kbytes ligada directamente ao CPU

Compatibilidade entre microprocessadores

Cada novo processador acrescenta inovações tecnológicas em relação ao seu antecessor, mas não perde compatibilidade com os anteriores, incluindo o 8086.

Modo real, Protegido e Virtual 8086

Modo real

Modo de endereçamento do 8086. Multiplica o valor do registo de segmento por 16, o que é equivalente a deslocar o valor de 4 bits para a esquerda, e adiciona o valor do registo de *offset*. O resultado é um valor de 20 bits, o que faz com que o espaço físico de endereçamento seja limitado a 1 Mbyte.

Modo Protegido

Foi originalmente implementado no 80286 para proteger os acessos inválidos e incorrectos às diferentes tarefas num sistema operativo multitarefa (OS/2, Linux, Windows NT, Windows 2000). Para conseguir isso, o hardware do processador verifica os acessos aos dados e ao código feito por um programa e utiliza 4 níveis de privilégios para fornecer direitos de acesso.

O cálculo do endereço de memória no modo protegido também é diferente: o registo de segmento age como um selector para extrair um endereço de 32 bits da memória e adiciona-o ao *offset* de 16 bits. O valor do segmento não é um endereço, mas representa um índice numa tabela de endereços de segmento. Cada entrada dessa tabela contém um endereço de 24 bits, que - esse sim - indica o início do segmento da memória. Pode endereçar até 16 Mbytes de espaço físico (2^{24} bytes).

No 80386 o modo foi melhorado ao permitir endereços de segmento e de *offset* de 32 bits, possibilitando endereçar até 4 Mbytes.

Modo virtual 8086

Foi introduzido com o 80386, o endereçamento é igual ao 8086, mas os endereços físicos de 1 Mbyte são mapeados para qualquer zona dos 4 Gbytes disponíveis. Isto permite que um sistema operativo multitarefa execute vários programas feitos para o 8086, cada um com o seu espaço de 1 Mbyte independente. O modo virtual 8086 surgiu porque na altura do aparecimento do 80386, ainda havia muitos programas a correr sobre o MS-DOS, que é um sistema operativo em modo real. O modo virtual 8086 é usado, por exemplo, por uma janela de DOS a correr sobre o Windows.

Barramentos dos computadores

Os PC's têm vários barramentos (muitos dos PC's mais recentes têm pelo menos 4 barramentos), é comum utilizar-se a designação de hierarquia de barramentos.
Estes permitem a interligação dos vários componentes do PC, com uma estrutura de interligação entre si de forma hierárquica, à medida que vamos descendo na hierarquia dos barramentos, menores são as velocidades de funcionamento dos mesmos.

➲ *Bus do processador*

É o *bus* de mais alto nível, e é o que utiliza o *chipset* (conjunto de circuitos que em conjunto com o processador controla todo o hardware) para enviar e receber os dados de e para o processador.

➲ *Bus de cache*

Utilização de um *bus* dedicado para aceder à memória *cache*. Também aparece na literatura como *Backside Bus*.

➲ *Bus de memória*

É o primeiro *bus* de segundo nível que permite a ligação de memória ao *chipset* e processador.

➲ *Local Bus I/O*

É um barramento de I/O de alta velocidade utilizado para ligar periféricos à memória, chipset e ao processador. Por exemplo as placas de vídeo, para armazenamento de dados, interfaces de rede a alta velocidade, os barramentos mais comuns para I/O local são os VESA (***V**ideo **E**lectronics **S**tandard **A**ssociation **L**ocal **B**us*) e o (PCI) (***P**eripherical **I**nterconnect **B**us*).

➲ *Bus standard de I/O*

É o barramento ISA (***I**ndustry **S**tandards **A**ssociation*), presente desde o primeiro PC e é usado para ligações de periféricos que não exijam velocidades muito altas, ratos, modems, placas de som, placas de rede de baixa velocidade.

O *chipset* é que coordena todas estas comunicações, e garante a perfeita comunicação entre todos eles. Os Novos PC usam um barramento adicional, projectado unicamente para interfaces gráficas, aparece na *Motherboard* como um slot AGP (***A**ccelerated **G**raphics **P**ort*), não deverá ser entendido como um barramento mas sim como um porto (porque apenas se pode ligar um dispositivo nessas linhas.

Barramento de dados e endereços

Todos os barramentos são constituídos por duas partes distintas: as linhas de dados e as linhas de endereços. O barramento de dados é o mais referido quando se fala de barramentos, pois é este que transporta os dados a serem processados. O barramento de endereços é o que transporta a informação sobre qual a posição de memória de/para onde os dados vão ser transferidos.

Em adição existem ainda um conjunto de linhas de controlo, que permitem efectuar a coordenação do funcionamento do barramento.

Largura do barramento

Um barramento é um canal no qual a informação circula, quanto maior for o número de linhas do barramento, mais informação pode ser transferida. O barramento ISA original tinha 8 bits, o barramento ISA actual tem 16 bits. Os outros barramentos (incluindo VLB e PCI) são de 32 bits. Os barramentos do processador Pentium são de 64 bits.

Velocidade do barramento

A velocidade do barramento reflecte a quantidade de bits de informação que podem ser transmitidos por segundo. A maioria dos barramentos transmite 1 bit por linha por ciclo de *clock*, no entanto os barramentos de alta performance podem como no AGP movimentar 2 bits por ciclo de *clock*, duplicando assim a performance. Do mesmo modo barramentos como a ISA podem em certas circunstâncias necessitar de dois ciclos de *clock* para movimentar 1 bit de informação.

Largura de banda do barramento

A largura de banda reflecte a quantidade de dados que teoricamente podem ser transferidos numa dada unidade de tempo.
Fazendo a analogia com uma auto-estrada, a largura do barramento corresponderá ao número de faixas, a velocidade do barramento à velocidade de deslocação dos veículos, então a largura de banda pode ser entendida como a quantidade de tráfego que a auto-estrada pode suportar.

Barramento	Largura (bits)	Velocidade (MHz)	Largura de Banda (Mbytes/s)
ISA	8	8.3	7.9
ISA Plug & Play	16	8.3	15.9
EISA	32	8.3	31.8
VLB	32	33.3	127.2
PCI	32	33.3	127.2
PCI 2.1	64	66.6	508.6
AGP	32	66.6	254.3
AGP (2x Mode)	32	66.6x2	508.6
AGP (4x Mode)	32	66.6x4	1017.3

Tabela 6 - Comparação entre os diversos barramentos.

A tabela mostra a largura de banda teórica que alguns dos barramentos I/O podem suportar hoje em dia. De notar que os barramentos podem trabalhar a diferentes velocidades. A largura de banda do PCI standard deveria ser de 133, ou seja 32 / 8 x 33.3 = 133.3 Mb/s, como muitas vezes é referenciado. No entanto isto não é tecnicamente correcto, porque 1 MHz = 1000000 Hz, mas 1 Mb = 1046576 bytes assim a largura de banda do PCI é 127,2 Mbytes/s.

Interface de barramento

Num sistema onde existem muitos barramentos distintos, devem ser previstos circuitos pelo *chipset* para interligar os barramentos e permitir aos diferentes dispositivos comunicar entre eles. Estes dispositivos são chamados *BRIDGES*, assim existe a PCI-ISA *Brigde*, que faz parte do sistema do *chipset* num Pentium ou Pentium-Pro. O barramento PCI também tem uma *bridge* para o barramento do processador.

Os diversos tipos de barramentos

Como já foi mencionado anteriormente, existem diversos tipos de barramentos num PC, iremos agora descrever as principais características de alguns dos mais comuns.

➲ *O Barramento ISA*

ISA é a abreviatura de ***I**ndustrial **S**tandard **A**rchitecture* e define um standard obrigatório para todos os fabricantes, estipulando entre outros as características do *bus* dos *slots* de expansão. Este *bus* funciona a 8,33 MHz, limitado pelo sobreaquecimento que os componentes usados aquando da definição do standard ISA.

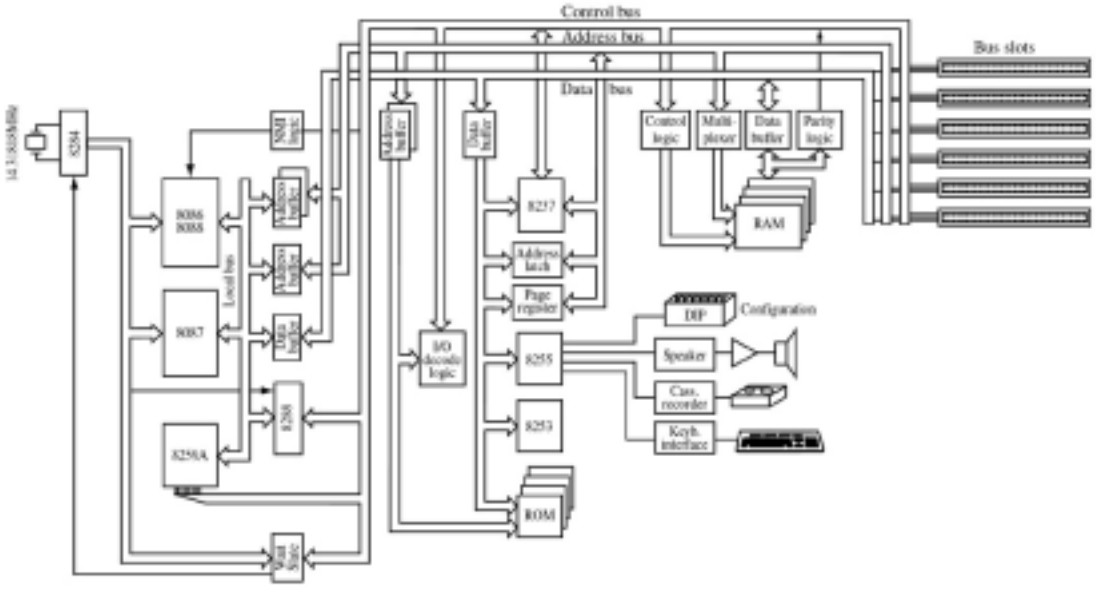


Figura 11 - Diagrama da arquitectura ISA de um XT.

➲ *A arquitectura EISA (Extended ISA)*

Com a introdução dos microprocessadores de 32 bits, com barramentos de 32 bits, foi necessário estender também o *bus* ISA. Daí resultou o *bus* EISA, que mantém a compatibilidade com o sistema ISA. Desta forma, pode-se incorporar componentes ISA em *slots* EISA sem problemas. O *bus* EISA também está limitado a uma frequência máxima de 8,33 MHz, e tem um controlador que lhe permite identificar se uma placa é ISA ou EISA e comunicar com ela de acordo com o seu tipo.

A informação de configuração das placas EISA é armazenada numa CMOS estendida de 4 Kbytes para este fim. Programas de instalação especiais fornecem suporte para configuração das placas EISA, e automaticamente escrevem dados no CMOS estendidos. A informação típica guardada são quais os portos de I/O utilizados pela placa, que linhas de IRQ e DMA lhe estão atribuídas.

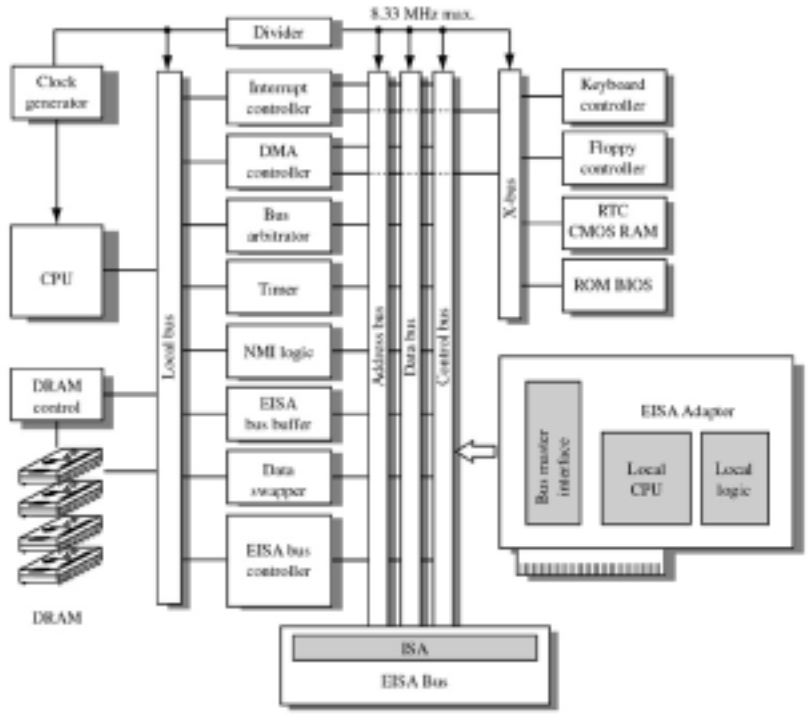


Figura 12 - diagrama de blocos de um microcomputador com arquitectura EISA.

Nos que requerem taxas de transmissão muito altas (placas gráficas, e discos rígidos) os 8 MHz do *bus* EISA rapidamente se tornam insuficientes. Com o conceito de *bus* local, tentou-se colocar o *bus* desses componente a trabalhar à mesma velocidade do CPU.
A Intel desenvolveu o *bus* PCI e o comité VESA desenvolveu o VLBus. Eles foram introduzidos independentemente, e são ambos standards de *bus* local.

➲ *O bus local VESA (VLB)*

O VLB representa uma expansão dos sistemas ISA/EISA e funciona à mesma frequência do processador. Está ligado directamente ao *bus* local do CPU de um 80386, 80486 ou Pentium. O VLB está situado entre o sistema processador/memória e o *bus* de expansão standard. O controlador do subsistema VLB gera todos os sinais necessários (endereços, dados e controlo), e regula todo o funcionamento do *bus*.

Usando slots de expansão, o VLB pode funcionar a uma frequência máxima de 50 MHz, sem *slots* de expansão pode funcionar a frequências até 66 MHz.
É incluído apenas um contacto de interrupção na especificação do VLB (IRQ9), que está ligado directamente à linha IRQ9 do *bus* (E)ISA. Normalmente o VLB também utiliza o *slot* (E)ISA existente, pelo que estão disponíveis linhas de interrupção suficientes.
O VLB suporta uma área de endereços I/O de 64 Kbytes para portos de 8, 16 e 32 bits. Não implementa DMA.

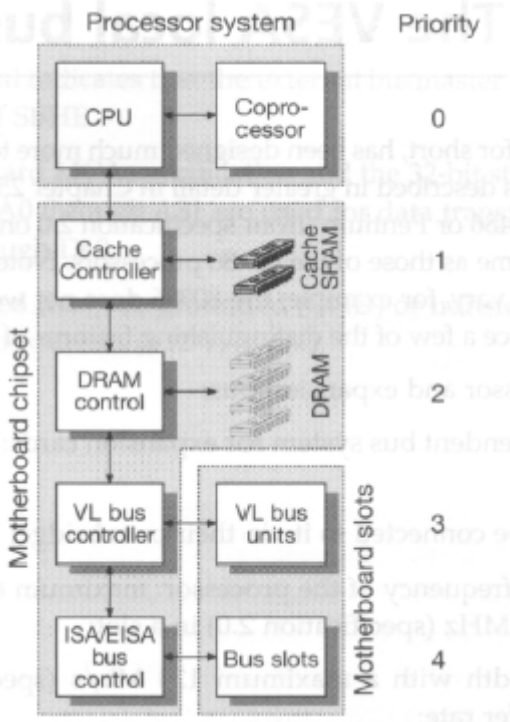


Figura 13 - Diagrama de blocos de um microcomputador com arquitectura VLB.

➲ *O barramento PCI*

O PCI é hoje em dia a solução standard para PC's, e tem a seguinte estrutura.

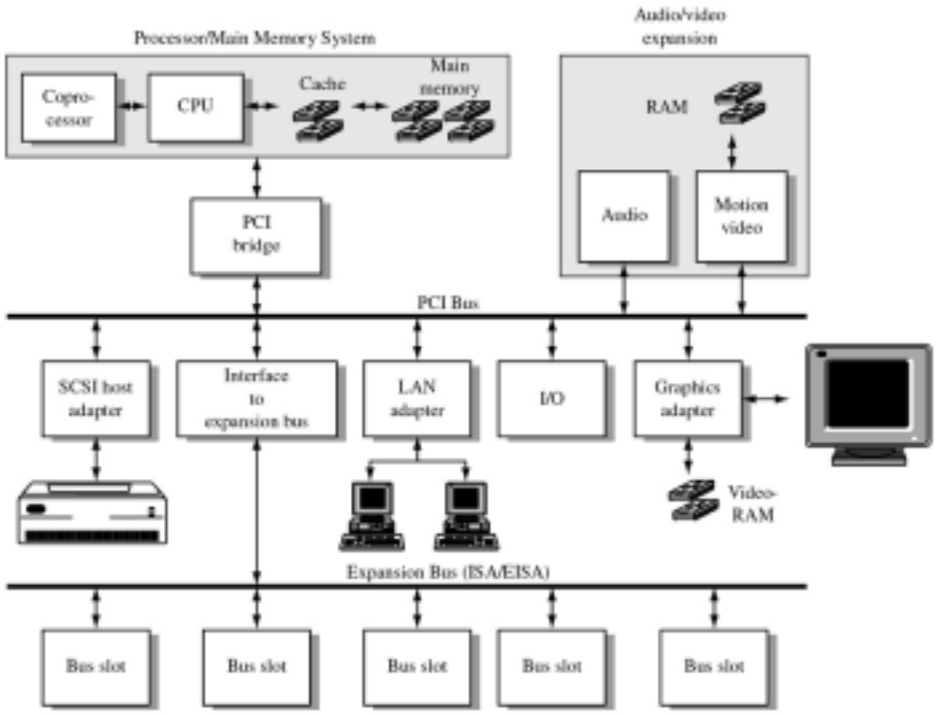


Figura 14 - Diagrama de blocos de um microcomputador com arquitectura PCI.

A *bridge* PCI representa a ligação entre o sistema CPU/RAM e o *bus* PCI. Todas as unidades individuais estão ligadas ao *bus* PCI, e ao contrário do VLB estas unidades podem ser integradas na mainboard, mas na maioria dos casos são construídas como adaptadores.

A interface do *bus* de expansão é um outro tipo de unidade PCI. Com ela é possível ter um sistema de *bus* (E)ISA ou outro ligado ao *bus* PCI, sendo assim como mais uma unidade PCI. No total é possível ter no máximo dez unidades PCI ligadas ao *bus* PCI.

Tal como no 8086, as linhas são multiplexadas entre dados e endereços, poupando no número de linhas, mas diminuindo a velocidade de funcionamento.

O PCI inclui uma área de endereços de configuração. É utilizada para aceder aos registos de configuração e memória de configuração de cada unidade PCI. A memória de configuração é cerca de 256 bytes para cada unidade PCI.

Desde que o CPU não esteja a aceder a nenhuma unidade PCI, a ligação do sistema CPU/RAM e do *bus* PCI através da bridge PCI é suficientemente poderosa para permitir que a *bridge* e o CPU operem em paralelo. Desta forma, é possível trocar dados entre duas unidades PCI, através da *bridge* PCI, enquanto o processador está a realizar outras operações.

Ao contrário dos sistema (E)ISA, o *bus* PCI não implementa DMA.

O sistema PCI suporta *Plug & play*, sendo normalmente é a BIOS que se encarrega de fazer a atribuição das interrupções, sendo que o PCI normalmente suporta partilha de interrupções.

Os portos de I/O num PC com um *bus* PCI, estão todos localizados abaixo dos 64 Kbytes e a sua utilização é semelhante à dos sistemas (E)ISA.

➲ *O bus ISA Plug & Play*

As placas de expansão PCI foram uma grande inovação por serem dispositivos *Plug & Play*, que são configurados automaticamente por uma BIOS *Plug & Play*. Quando o PCI emergiu, o *bus* ISA era ainda o sistema de bus dominante e muitas placas de expansão ainda não tinham disponíveis versões PCI (isso continua a acontecer ainda hoje com placas mais sofisticadas). Por esta razão, a Intel e a Microsoft desenvolveram a ISA *Plug & Play*, de forma a dar às placas ISA um mecanismo de configuração automático. O ISA *Plug & Play* da Intel e Microsoft é um standard que requer *hardware* especializado nas placas individuais e um sistema operativo que suporte uma BIOS *Plug & Play*.

O Chipset

Uma das mais importantes decisões a tomar por alguém que pretenda construir um PC é a escolha do processador, logo seguida pelo *chipset* que o vai controlar. A chave para tomar esta decisão é a velocidade do processador, e em particular o *chipset* que vai controlar o sistema. Normalmente um *chipset* é projectado para trabalhar com um tipo específico de processador, em geral a maior parte dos *chipsets* só suporta um processador, ou seu equivalente (Ciryx, AMD).

Suporte de velocidade

Processadores rápidos requerem circuitos de controlo do *chipset* capazes de os servir. A especificação da velocidade do processador é feito utilizando dois parâmetros: a velocidade do barramento de memória e o multiplicador do processador.

Memória *cache*

A *cache* é um *buffer* de memória entre o processador e a memória convencional. A existência de *cache* permite ao processador fazer o seu trabalho enquanto espera dados da memória. Existem vários níveis de *cache* (ou camadas de memória *cache*), quando se refere simplesmente à *cache*

sem qualquer qualificador, estamos a falar da *cache* de nível 2 e refere normalmente a *cache* colocada entre o processador e a memória.

Quando apareceram os PC's o processador trabalhava a 8 MHz tal como todos os outros dispositivos. Com o desenvolvimento da tecnologia, a velocidade dos processadores aumentou muito, sem que este aumento tenha sido acompanhado pelos outros dispositivos (o aumento de velocidade dos outros dispositivos foi bastante menor do que a dos processadores). O papel da *cache* é minimizar os efeitos da disparidade de velocidade entre o processador e os outros dispositivos.

Níveis de *cache*

Existem vários níveis de *cache*, cada nível que está mais próximo do processador é mais rápido que o anterior, cada camada também faz *caching* da anterior.

Nível	Dispositivos "*cached*"
Nível 1	*Cache* Nível 2, RAM, HD/CD-ROM
Nível 2	RAM, HD/CD-ROM
RAM	HD/CD-ROM

Tabela 7 - Níveis de *cache*.

O que acontece em termos gerais é que quando o processador requer uma informação requer uma informação, vai procurar, em primeiro lugar, na cache de nível 1; se não encontrar a informação pretendida, vai então procurar na cache de nível 2, e se aí também não a encontrar, vai aceder à RAM ou dispositivos.

Controladores

Usados para o controlo de periféricos e para executar tarefas que os processadores não estão habilitados, o que possibilita ao processador concentrar-se noutras tarefas. Os controladores seguintes são os inicialmente usados na construção dos PC's.

Controlador DMA 8237

O DMA (***D**irect **M**emory **A**ccess*) é uma técnica que permite a transferência de dados directamente da memória para um dispositivo e vice-versa sem intervenção do CPU. Este método parece bastante mais rápido que o tradicional em que os dados fazem a circulação através do CPU. Actualmente a utilização da técnica DMA já não é considerada nas mesmas circunstâncias iniciais, pois o DMA está directamente ligada com a velocidade do *bus*, e actualmente os processadores são bastante mais rápidos que o *bus*. Com os PC's de hoje em dia que trabalham a velocidades de pelo menos 5 vezes mais altas que o *bus*, não parece lógico que possam beneficiar destes mecanismos de DMA.

Controlador de Interrupções

O controlador de interrupções é importante para o controlo de dispositivos externos tais como o teclado, rato, discos rígidos ou portas série. Usualmente os processadores escrutinavam periodicamente os periféricos para verificar a existência de dados a transferir. Nos PC's ao contrário do processador estar continuamente a efectuar *polling* nos dispositivos, são os dispositivos que solicitam ao processador por meio de uma linha de interrupção, assim aquando do pedido de interrupção o processador pára a execução da rotina corrente, e executa o atendimento desse pedido de interrupção, isto é importante pois o processador somente é chamado quando efectivamente é necessário.

De qualquer modo, o processo de verificar o pedido de interrupção pára o funcionamento corrente e irá executar a rotina de serviço à interrupção e é um processo dispendioso de tempo, pelo que surgiu a necessidade de implementar um dispositivo específico para o efeito, que faça o atendimento do pedido de interrupção numa primeira fase, e só depois o indique ao processador. O controlador de interrupções usado é o 8259, que permite o atendimento de 8 pedidos de interrupção externos, seleccionar as prioridades de modo a definir se uma interrupção pode ou não ser atendida primeiro que outra no caso de haver um pedido simultâneo. O PC inicial tinha 8 linha de *interrupt*, nos nossos dias tem 15 através da utilização de dois 8259 em cascata, ou seja o primeiro atende os pedidos do segundo tal como o processador atende os pedidos do primeiro.

Expansor de portos I/O

O expansor de porto 8255 permite a criação de ligações entre o processador e os periféricos, tais como o altifalante e o teclado. Funciona como um interface que é utilizado pelo processador para a ligação de portos I/O pois o processador não disponibiliza directamente estes portos I/O.

O temporizador 8253

O temporizador pode funcionar como contador de eventos ou como contador de tempo. Este dispositivo transmite pulsos com tempo preciso dependendo da sua especificação, tem três contadores de 16 bits independentes em que cada uma delas tem funções pré-definidas, uma linha vai para o altifalante da máquina (usada para gerar a frequência dos sinais sonoros), e outra para o controlador de interrupções (IRQ8). Outro tipo de controlador de relógio que também e muito usado é o 8248.

Mapa de memória

Os primeiros 10 segmentos de memória são reservados para a memória convencional, com tamanho limitado a 640 Kbytes.
Os primeiros 64 Kbytes são bastante importantes pois contêm informações relativas à máquina e rotinas de sistema. O segmento seguinte à memória convencional indica uma placa de vídeo EGA (***E**nahnced **G**raphics **A**dapter*) ou VGA (***V**ideo **G**raphics **A**dapter*) e contem informações sobre a memória de vídeo para gerar os vários modos gráficos.
O segmento de memória B é reservado para os adaptadores monocromáticos ou CGA (***C**omputer **G**raphics **A**dapter*). Estes partilham o mesmo segmento de memória RAM de vídeo.
O segmento C até ao resto do 1 Mbyte é utilizado pela BIOS e outras expansões existentes da BIOS.

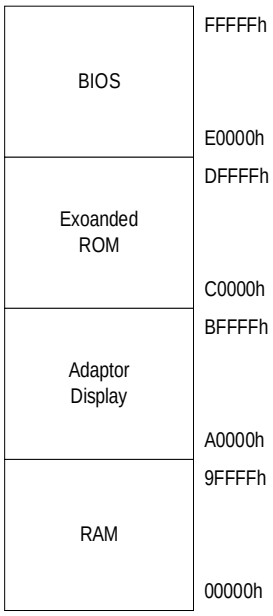


Figura 15 - Mapa de memória de um microcomputador.

Portos I/O

É através dos portos I/O, que se faz o interface entre o microprocessador e os periféricos, é nesta área de memória de I/O que estão mapeados os diferentes dispositivos e controlador. O processador vê estes dispositivos como se fossem posições de memória. Para aceder a esta zona de memória, o processador dispõe de um espaço de endereçamento de 16 bits, pelo que o espaço máximo endereçável é de 64 Kbytes, são ainda usadas linhas específicas de controlo para aceder a esta zona de memória. Na tabela 8 mostra-se a posição de vários componentes relativamente ao XT e AT.

Componente	XT	AT
Controlador DMA (8237A-5)	000-00F	000-01F
Controlador de Interrupções	020-021	020-03F
Temporizador	040-043	040-05F
PPI 8255A-5	060-063	-
Teclado	-	060-06F
Relógio em tempo real (MC 1468818)	-	070-07F
DMA Registo de página	080-083	080-09F
2º Controlador de Interrupções	-	0A0-0BF
Co-Processador Matemático	-	0F0-0F1
Co-Processador Matemático	-	0F8-0FF
Controlador de disco rígido	320-32F	1F0-1F8
Porto de Jogos	200-20F	200-207
Vago para expansão	210-217	-
2ª Porta Paralela	-	278-27F
2ª Porta Série	2F8-2FF	2F8-2FF
Placa Protótipo	300-31F	300-31F
Placa de Rede	-	360-36F
1ª Porta Paralela	378-37F	378-37F
Adaptador de vídeo monocromático	3B0-3BE	3B0-3BE
Adaptador CGA	3D0-3DF	3D0-3DF
Controlador de disco	3F0-3F7	3F0-3F7
1ª Porta Série	3F8-3FF	3F8-3FF

Tabela 8 - Mapeamento de memória de portos I/O.

Interrupções

Interrupções de *hardware* são produzidas por vários dispositivos e filtradas através de um controlador de interrupções para o processador. São possíveis 15 linhas de interrupção, estas linhas são designadas IRQ0 a IRQ15, e correspondem como se pode ver na tabela às interrupções 08H a 0FH e da 70H a 77H.

Interrupções de *software*

As interrupções podem ser chamadas por *software*. Assim para se executada uma rotina da BIOS ou DOS, não é necessário saber qual a localização da correspondente rotina. Rotinas essas que são chamadas invocando apenas a interrupção correspondente.

Int Nº	Address	Descrição	Int Nº	Address	Descrição
00h	0000h-0003h	Processor – Division by zero	22h	0088h-008Bh	Address of DOS quit program routine
01h	0004h-0007h	Processor – Single step	23h	008Ch-008Fh	Address of DOS Ctrl-Break routine
02h	0008h-000Bh	Processor – NMI	24h	0090h-0093h	Address of DOS error routine
03h	000Ch-000Fh	Processor – Breakpoint reached	25h	0094h-0097h	DOS: Read diskette/hard drive
04h	0010h-0013h	Processor – Numeric overflow	26h	0098h-009Bh	DOS: Write diskette/hard drive
05h	0014h-0017h	Hardcopy	27h	009Ch-009Fh	DOS: Quit program, stay resident
06h	0018h-001Bh	Unknown instruction (80286)	28h	00A0H-00A3h	DOS: DOS is unocupied
07h	001Dh-001Fh	Reserved	29h-2Eh	00A4h-00BBh	DOS: Reserved
08h	0020h-0023h	IRQ0: Timer (call 18.2 times/sec)	2Fh	00BCh-00BFh	DOS: Multiplexer
09h	0024h-0027h	IRQ1: Keyboard	30h-32h	00C0h-00CBh	DOS: Reserved
0Ah	0028h-002Bh	IRQ2: 2nd 8259 (AT only)	33h	00CCh-00CFh	Mouse driver functions
0Bh	002Ch-002Fh	IRQ3: Serial Port 2	34h-40h	00D0h-00FFh	DOS: Reserved
0Ch	0030h-0033h	IRQ4: Serial Port 1	41h	0104h-0107h	Address of hard drive table 1

0Dh	0034h-0037h	IRQ5: Hard Drive	42h-45h	0108h-0117h	Reserved
0Eh	0038h-003Bh	IRQ6: Diskette	46h	0118h-011Bh	Address of hard drive table 2
0Fh	003Ch-003Fh	IRQ7: Printer	47h-49h	011Ch-0127h	Can be used by programs
10h	0040h-0043h	BIOS: Video Functions	4Ah	0128h-012Bh	Alarm time reached (AT only)
11h	0044h-0047h	BIOS: Determine Configuration	4Bh-5Bh	012Ch-016Fh	Free: can be used by programs
12h	0048h-004Bh	BIOS: Determine RAM Memory size	5Ch	0170h-0173h	NETBIOS functions
13h	004Ch-004Fh	BIOS: Diskette/Hard drive Functions	5Dh-66h	0174h-019Bh	Free: can be used by programs
14h	0050h-0053h	BIOS: Access to Serial Port	67h	019Ch—019Fh	EMS memory manager functions
15h	0054h-0057h	BIOS: Cassete/extended Functions	68h-6Fh	01A0h-01BFh	Free: can be used by programs
16h	0058h-005Bh	BIOS: Keyboad inquiry	70h	01C0h-01C3h	IRQ08: Realtime clock (AT only)
17h	005Ch-005Fh	BIOS: Access to Parallel Printer	71h	01C4h-01C7h	IRQ09: (AT only)
18h	0060h-0063h	Call ROM Basic	72h	01C8h-01CBh	IRQ10: (AT only)
19h	0064h-0067h	BIOS: Boot System (Ctrl+Alt+Del)	73h	01CCh-01CFh	IRQ11: (AT only)
1Ah	0068h-006Bh	BIOS: Prompt time/date	74h	01D0h-01D3h	IRQ12: (AT only)
1Bh	006Ch-006Fh	Break Key (not Ctrl+C) pressed	75h	01D4h-01D7h	IRQ13: 80287 NMI (AT only)
1Ch	0070h-0073h	Called after each INT 08h	76h	01D8h-01DBh	IRQ14: Hard drive (AT only)
1Dh	0074h-0077h	Address of Video parameter table	77h	01DCh-01DFh	IRQ15: (AT only)
1Eh	0078h-007Bh	Address of diskette parameter table	78h-7Fh	01E0h-01FFh	Reserved
1Fh	007Ch-007Fh	Address of character bit pattern	80h-F0h	0200-03C3h	Used within the BASIC interpreter
20h	0080h-0083h	DOS: Quit program	F1h-FFh	03C4h-03cFh	Reserved
21h	0084h-0087h	DOS: Call DOS function			

Tabela 9 - Mapa de Interrupções.

O Debug, Tasm e Tlink

Nesta secção iremos apresentar duas formas de criar programas em *assembly* para o 80x86.

Existem várias ferramentas possíveis de utilizar para o desenvolvimento de programas em *assembly*, no entanto iremos focar apenas duas delas: o *debug* que vem com qualquer PC como parte do sistema operativo, e o *Tasm* e *Tlink* da Borland, em que o *Tasm* é usado para compilar os ficheiros *.asm (ficheiros de texto com o código em *assembler*) transformando-os num formato intermédio (*.obj), o *Tlink* transforma os ficheiros .obj nos executáveis (*.exe ou *.com dependendo da forma/opções usadas no *Tasm*). Outra ferramenta possível é o *Masm* (inclui um debbuger e um editor), o equivalente ao *Tasm* mas da Microsoft, e existe ainda o *Nasm* (*Netwide Assembler*) que é uma ferramenta equivalente desenvolvida por vários entusiastas do *assembler*.

Processo de criação de programas

Independentemente da linguagem de programação e das ferramentas de programação usadas, existe um conjunto de regras/passos/orientações que devem ser tomadas em conta na criação de qualquer programa.

- Análise do problema
- Concepção dum algoritmo
- Obtenção de um fluxograma que traduza o algoritmo concebido
- Codificação do algoritmo
- Conversão do código obtido para código executável
- Teste e correcção de erros
- Gravação do programa, para arquivo
- Documentação do programa/projecto/processo
- Manutenção

Para que se tenha por objectivo obter um programa que satisfaça as necessidades iniciais, mas que no entanto seja:

- Simples
- Modular
- Fiável
- Adaptável
- Eficiente

O programa *debug*(*ger*)

Como já foi mencionado, o *debug* é um programa que continua a ser distribuído pela Microsoft como parte integrante do sistema operativo (desde as primeiras versões do MS-DOS, até ao Windows 2000, XP e NT).

O *debug* pode ser iniciado de duas formas:

`C:\>debug ficheiro.com <ENTER>` em que damos logo o nome do ficheiro em que queremos trabalhar.

`C:\>debug<ENTER>` chamando sem parâmetros e este apresenta-nos a sua *prompt* (-)

Para sair do *debug* basta introduzir a letra q e carregar em <Enter>.

Comandos de visualização

➲ *Visualização de registo*

O comando R permite-nos ver o conteúdo dos registos, quando é usado sem parâmetros apresenta-nos o conteúdo de todos os registos.

```
AX=0000  BX=0000  CX=0000  DX=0000  SP=FFEE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=0CB2  ES=0CB2  SS=0CB2  CS=0CB2  IP=0100   NV UP EI PL NZ NA PO NC
0CB2:0100 238107F4      AND     AX,[BX+DI+F407]                  DS:F407=0000
```

O registo CX contém o tamanho do ficheiro. Se o programa for maior que 64 Kbytes, então o registo BX irá conter os bytes mais significativos, e CX os menos significativos do tamanho do ficheiro. Esta informação é muito importante pois é essencial quando se usa o comando *Write*.

Para além da visualização de todos os registos, o comando R também nos permite editar o conteúdo de um registo, passando o nome desse registo na linha de comandos como parâmetro do mesmo:

```
-R AX                ; Mostra o conteúdo do registo AX e permite alterar o seu valor
AX 0000
:
```

Neste caso a *prompt* do *debug* passou a ser (:) o que significa que se digitarmos um valor em hexadecimal este será o novo conteúdo do registo, se não quisermos alterar o registo, basta carregar em <ENTER>.

➲ *Comando Dump*

O comando *Dump* (D) permite visualizar grandes áreas de memória. Serve basicamente para visualizar dados, uma vez que o conteúdo de memória é apresentado em hexadecimal e em ASCII. Se se quiser ver o código de uma forma mais perceptível, deveremos usar o comando *Unassemble*.

Ao introduzir o comando D sem outros parâmetros, ele usa por defeito o DS, e como estamos normalmente a lidar com programas do tipo *.com, começa com DS:0100h, e por defeito apresentará um bloco de 80h bytes. Em alternativa poderemos especificar qual o tamanho do bloco de dados que pretendemos visualizar.

Quando se introduz uma segunda vez o comando, o debug apresentará o bloco de memória seguinte, se a primeira vez foi o comando sem parâmetros, começa a mostrar a partir da posição 0181h e apresenta o outros 80h bytes, no caso de se ter especificado o tamanho do bloco a visualizar, este apresentará um novo bloco com o mesmo tamanho que começa a seguir ao anterior.

```
-d                    ; mostra o conteúdo da memória
0CB2:0100  23 81 07 F4 23 82 07 49-24 0F 25 31 20 62 79 74   #...#..I$.%1 byt
0CB2:0110  65 73 20 66 72 65 65 0D-0A 23 46 69 34 00 A1 0C   es free..#Fi4...
0CB2:0120  61 6E 6E 6F 74 20 62 65-20 63 6F 70 69 65 64 20   annot be copied
0CB2:0130  6F 6E 74 6F 20 69 74 73-65 6C 66 0D 0A 19 49 6E   onto itself...In
0CB2:0140  73 75 66 66 69 63 69 65-6E 74 20 64 69 73 6B 20   sufficient disk
0CB2:0150  73 70 61 63 65 0D 0A 13-49 6E 76 61 6C 69 64 20   space...Invalid
0CB2:0160  63 6F 64 65 20 70 61 67-65 0D 0A 0E 49 6E 76 61   code page...Inva
0CB2:0170  6C 69 64 20 64 61 74 65-0D 0A 0E 49 6E 76 61 6C   lid date...Inval
-
```

Na caixa de texto de exemplo do comando *Dump*, podemos ver que está dividido em três áreas: a primeira com os endereços do primeiro byte de cada linha no formato segmento:offset; a segunda apresenta-nos o conteúdo da memória em formato hexadecimal; e a terceira o mesmo conteúdo em formato ASCII, notar que apenas são apresentados os caracteres standard, os restantes são substituídos por pontos.

O comando Dump está limitado a blocos de 64K bytes, e não pode ultrapassar os limites do segmento.

➲ *O comando Search*

O comando *search* (S) é usado para procurar uma ocorrência de um byte, ou de um conjunto de bytes. Os dados a procurar podem ser introduzidos em formato hexadecimal ou em formato de *string* de texto. Se for em hexadecimal os bytes deverão ser separados por um espaço ou por uma virgula. Se for em *string* de texto, a *string* deve estar contida entre aspas.

➲ *O comando Compare*

Este comando (*Compare* – C) serve para comparar dois blocos de memória, byte a byte. No caso de haver diferença o byte correspondente de cada bloco é apresentado. Por exemplo para comparar DS:0100h e DS:0200h em 8 bytes.

```
-c 0100 l 8 0200              ; compara um conjunto de 8 bytes a partir da posição 0100h com os que
                              ; começam em 0200h
0CA3:0100  23  20  0CA3:0200
0CA3:0101  81  69  0CA3:0201
0CA3:0102  07  6E  0CA3:0202
0CA3:0103  F4  20  0CA3:0203
0CA3:0104  23  64  0CA3:0204
0CA3:0105  82  72  0CA3:0205
0CA3:0106  07  69  0CA3:0206
0CA3:0107  49  76  0CA3:0207
-
```

➲ *O comando Unassemble*

Para efectuar *debugging*, um dos comandos mais importantes é o *unassemble* (U). Este comando "pega" no código de máquina, e apresenta-o em formato de instruções *assembly*.
Este comando é semelhante aos anteriores no que diz respeito aos parâmetros possíveis de introduzir na linha de comandos.

```
-U                    ; apresenta a tradução do conteúdo da memória em mnemónicas assembler
     6897:0100 E96B01        JMP     026E
     6897:0103 43            INC     BX
     6897:0104 4C            DEC     SP
     6897:0105 4F            DEC     DI
     6897:0106 43            INC     BX
     6897:0107 4B            DEC     BX
```

O comando *unassemble* pode levar a resultados bastante interessantes, por exemplo, se CS:IP for 6897:0100h, olhamos para o programa e vemos que tem a instrução JMP seguido por instruções que se sabem ser inválidas (ver capítulo com o conjunto de instruções do 8086), assim podemos dizer que o unassemble apenas intrepreta os códigos hexadecimais e descidifica-os directamente para instruções *assembly* sem verificar a sua validade.

Comandos de introdução de dados

➲ *O comando Enter*

O comando *Enter* (E) é usado para colocar bytes de dados na memória. Tem dois modos de funcionamento: visualização/midificação e substituição. A diferênça está na forma de introdução de dados, na linha de comandos ou na prompt do comando.

Se dermos apenas o comando `E endereço`, estamos no primeiro modo, e que o debug nos mostra o endereço e o conteúdo desse endereço seguido de um ponto. Podemos então introduzir dados em formato hexadecimal, se não se quiser alterar o valor, basta carreger em <Enter>, se se introduzir um espaço, esse byte fica inalterado, se se continuar a introduzr valores, estes vão sendo colocados nos endereços seguintes ao especificado inicialmente na linha de comandos.
Se houver um engano na introdução de dados, podemos usar a tecla < - > para voltar atrás um byte para sair deste modo basta carregar em <Enter>.

```
-E 103                ; permite a introdução de dados na posição de memória 103h e seguintes
6897:0103  43.41   4C.42   4F.43   43.     4B.45
6897:0108  2E.46   41.40   53.-
6897:0109  40.47   53.
```

A outra forma de (substituição) é usada para grandes quantidades de dados, ou para strings de texto, em que se digita o comando seguido do endereço inicial e a *string* de texto ou conjunto de bytes a colocar nesses endereços.

```
-E 0200 'Microprocessadores' 30 "ENIDH"
-D 0200 l 18
0CB2:0200  4D 69 63 72 6F 70 72 6F-63 65 73 73 61 64 6F 72   Microprocessador
0CB2:0210  65 73 30 45 4E 49 44 48                           es0ENIDH
-
```

➲ *O comando Fill*

Como o nome indica o comando *fill* (F) serve para preencher grandes quantidades de memória com os dados que quisermos. Este comando tem a seguinte forma:

```
-d 0200 l 2f          ; apresenta o conteúdo de um bloco de memória com 2fh bytes a partir da
                      ; posição 0200h
0CB2:0200  4D 69 63 72 6F 70 72 6F-63 65 73 73 61 64 6F 72   Microprocessador
0CB2:0210  65 73 30 45 4E 49 44 48-75 6D 65 20 53 65 72 69   es0ENIDHume Seri
0CB2:0220  61 6C 20 4E 75 6D 62 65-72 20 69 73 20 25 31      al Number is %1
-f 0200 l 1f 00       ; preenche um bloco de memória de 1fh bytes a partir da posição 0200h com 00h
-d 0200 l 2f          ; explicado anteriormente
```

```
0CB2:0200  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00   ................
0CB2:0210  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 69   ...............i
0CB2:0220  61 6C 20 4E 75 6D 62 65-72 20 69 73 20 25 31      al Number is %1
-f 021f l 10 'abcd'    ; preenche um bloco de 10h bytes com a string ‘abcd’
-d 0200 l 2f
0CB2:0200  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00   ................
0CB2:0210  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 61   ...............a
0CB2:0220  62 63 64 61 62 63 64 61-62 63 64 61 62 63 64      bcdabcdabcdabcd
-
```

Podemos ver que inicialmente a memória estava com dados, e após o primeiro comando de *fill*, parte ficou com o valor 00h, tal como pretendido, da segunda vez, fomos preencher com a *string* ***abcd*** o restante bloco de memória.

➲ *O comando Assemble*

O comando *assemble* (A) é o mais complexo destes comandos de edição. Ele aceita instruções em *assembly* e converte-as em código de máquina. No entanto não aceita *labels*, *set equates*, *use macros*, nem outros tipos de directivas a que estamos normalmente habituados. Qualquer tipo de instrução de salto deverá ser feita com o endereço absoluto.

TASM	DEBUG	Comments
Mov AX,1234	Mov AX,1234	Place 1234 into AX
Mov AX,L1234	Mov AX,[1234]	Contents of add. 1234 to AX
Mov AX,CS:1234	CS:Mov AX,[1234]	Move from offset of CS.
Movs Byte ptr ...	Movesb	Move byte string
Movs Word ptr ...	Movsw	Move word string
Ret	Ret	Near return
Ret	Retf	Far return

Tabela 10 - Comparação entre modos de introdução do Debug e Tasm.

Na tabela 10, podemos verificar algumas das específicidades e diferênças entre o *Tasm* e o *Debug*.

Exemplo de um pequeno programa

```
-A 100
6897:0100 mov ax,600
6897:0103 mov cx,0
6897:0106 mov dx,184f
6897:0109 mov bh,07
6897:010B int 10
6897:010D int 20
6897:010F
-
```

Ao criar programas com o *debug*, os esmos devem terminar com INT 20h, que é uma função do DOS para terminar o programa, se não for colocada, o *debug* continuará a tentar descodificar e executar as instruções nas posições seguintes (sejam elas válidas ou não) e poderá "pendurar" o PC, obrigando a um *reboot* ou até um *power cycle*.

Comandos de I/O

➲ *O comando Name*

O comando *name* (N) tem apenas um propósito, indicar ao *debug* qual o nome do ficheiro a ser escrito ou lido. Ao usar o comando name deveremos colocar o nome e extensão do ficheiro.

➲ *O comando Load*

Este comando carrega o ficheiro específicado com o comando *name*, e coloca o seu conteúdo a começar em IP=0100h, e o registo CX deverá conter o tamanho do ficheiro.

➲ *O comando Write*

O comando *write* (W) serve para escrever o ficheiro para o disco, assume que os dados do ficheiro começam em IP=0100h e usa BX e CX para saber qual a quantidade de bytes a escrever em disco.

➲ *O comando Input*

O comando *input* (I) serve para ler um byte de qualquer porto de I/O do PC. o endereço do porto pode ser de um ou dois bytes.

```
-i 3fd
7D
-
```

➲ *O comando Output*

O comando *output* (O) é o inverso do comando *input*, ou seja, serve para escrever dados para um porto de I/O do PC.

```
-o 3fc 1
-
```

Comandos de execução

➲ *O comando Go*

Este comando serve para executar o programa, por defeito assume que o programa começa na posição CS:IP, no entanto poderemos indicar que queremos iniciar a execução noutro ponto qualquer do programa. Poderemos usar também até 10 *breakpoints* através da linha de comando.

➲ *O comando Trace*

Este comando serve para executar instruções uma de cada vez (passo a passo), ou um conjunto especificado de instruções, por defeito começa a executar na posição CS:IP e executa um passo.

Outros comandos

Existe ainda o comando *Hexaritmethic* (H) que é usado para calcular a soma e diferença de dois números hexadecimais.

Temos ainda o comando *help* (?) que os dá a lista de comandos disponível e os parâmetros possíveis.

```
-?
assemble     A [address]
compare      C range address
dump         D [range]
enter        E address [list]
fill         F range list
go           G [=address] [addresses]
hex          H value1 value2
input        I port
load         L [address] [drive] [firstsector] [number]
move         M range address
name         N [pathname] [arglist]
output       O port byte
proceed      P [=address] [number]
quit         Q
register     R [register]
search       S range list
trace        T [=address] [value]
unassemble   U [range]
write        W [address] [drive] [firstsector] [number]
```

```
allocate expanded memory        XA [#pages]
deallocate expanded memory      XD [handle]
map expanded memory pages       XM [Lpage] [Ppage] [handle]
display expanded memory status  XS
-
```

O *Tasm* e *Tlink*

Como já foi dito, o *Tasm* é o compilador que "transforma" os ficheiros *.asm num formato intermédio (*.obj) e o *Tlink* faz o trabalho final convertendo-os para ficheiros do tipo COM ou EXE. No entanto falta mencionar o que são os ficheiros ASM, e de que forma são estruturados. Os ficheiros ASM são ficheiros de texto, mas cuja extensão nos permite identificar que são ficheiros com instruções *assembly* de um determinado programa.

Para se criar um programa em *assembly*, o ficheiro fonte (ASM) deverá estar estruturado da seguinte forma:

```
; use ; para fazer comentários em programas assembly
.INCLUDE macro.ext     ;directiva para incluir um ficheiro de macros
.MODEL SMALL           ;modelo de memória
.STACK                 ;espaço de memória para instruções do programa na stack
.CODE                  ;as linhas seguintes são instruções do programa
  mov ah,01h           ;move o valor 01h para o registo ah
  mov cx,07h           ;move o valor 07h para o registo cx
  int 10h              ;interrupção 10h
  mov ah,4ch           ;move o valor 4ch para o registo ah
  int 21h              ;interrupção 21h
END                    ;finaliza o código do programa
```

Para compilar o programa:

```
C:\>tasm exam1.asm
Turbo Assembler Version 2.0 Copyright (c) 1988, 1990 Borland International
Assembling file: exam1.asm
Error messages: None
Warning messages: None
Passes: 1
Remaining memory: 471k
```

Se não houver problemas

```
C:\>tlink exam1.obj
Turbo Link Version 3.0 Copyright (c) 1987, 1990 Borland International
C:\>
```

O resultado é um ficheiro exam1.exe que pode agora ser executado.

Para a criação e edição dos ficheiros ASM, aconselho um editor tal como o *EDIT Plus 2* ao qual se pode acrescentar um ficheiro relativo ao *assembly* do 8086, permitindo-nos que ao editar tenhamos o código realçado com cores de acordo com o tipo de elementos (*sintaxe highligth*) por forma a ser mais fácil analisar o código. No entanto poderemos utilizar qualquer tipo de editor que nos permita gravar ficheiros em formato ASCII com a extensão ASM.

A utilização do *Tasm* e *Tlink* em vez do *Debug*, para além da facilidade de edição e análise do código, permite-nos ainda fazer uso de macros e procedimentos, que não é possível em *Debug*. Uma das formas mais práticas de criar programas usando linguagem *assembly*, será gerar o código fonte com um editor, fazer a sua compilação com o *Tasm* e *Tlink*, e em caso de problemas usar o *debug* para a execução passo a passo ou com o auxilio de *breakpoints* até se encontrar o problema e se efectuar a correcção novamente com o editor de texto.

Macros e Procedimentos

Uma das grandes vantagens de se trabalhar com ficheiros de código que são depois compilados, é que poderemos criar e usar macros e procedimentos. Ao programar em linguagens de alto nível (C, Basic, etc.) quando existe um conjunto de operações repetitivas ao longo do programa, normalmente são agrupadas em funções ou sub-rotinas, em *assembler* chamam-se macros e procedimentos (*procedures*). A diferença entre macros e procedimentos, é que nos procedimentos não passamos parametros ao chamarmos o procedimento, enquanto uma macro pode receber parametros ao ser chamada.

➲ *Procedimentos*

Há dois tipos de procedimentos, os intrasegmento, que se situa no mesmo segmento de código da instrução que o chama, e os intersegmento, que estão num segmento de memória diferente da instrução que o chama.

Quando os procedimentos intrasegmento são usados, o valor de IP é colocado na *Stack*, quando são intersegmentos, é o valor CS:IP que é colocado na *Stack*.

A instrução que chama um procedimento é como segue:

CALL NomedoProcedimento

As partes que compõem um procedimento são as seguintes:

- Declaração do procedimento
- Código do procedimento
- Diretiva de retorno
- Término do procedimento

Por exemplo, se quisermos uma rotina que soma dois bytes armazenados em AH e AL, e o resultado da soma em BX:

```
Soma Proc Near          ; Declaração do Procedimento
       Mov BX, 0        ; Conteúdo do Procedimento...
       Mov BL, AH
       Mov AH, 00
       Add BX, AX
       Ret              ; instrução de retorno
Soma EndP               ; Fim do Procedimento
```

Na declaração, a primeira palavra, Soma, corresponde ao nome do procedimento. Proc declara-o e a palavra Near indica que o procedimento é do tipo intrasegmento, ou seja, no mesmo segmento. A instrução Ret carrega IP com o endereço armazenado na *Stack* para retornar ao programa que chamou. Finalmente, Soma EndP indica o fim do procedimento. Para declarar um procedimento inter segmento, basta substituir a directiva Near para FAR. A chamada deste procedimento é feito de modo idêntico.

➲ *Macros*

As macros como já foi dito permitem a passagem de parametros no momento da sua chamada, e são chamadas com se de uma instrução *assembly* se trata-se, isto permite uma maior flexibilidade, sendo que as macros podem ser utilizadas por mais do que um só programa,

Normalmente são guardadas em ficheiros separados e incluidos no programa principal através da directiva `include` no inicio do programa.

As partes que compõem uma macro são as seguintes:

- Declaração da macro
- Código da macro
- Diretiva de término da macro

A declaração da macro é feita como se segue:

```
NomeMacro MACRO [parâmetro1, parâmetro2...]
```

Do mesmo modo que temos a funcionalidade dos parâmetros, é possível também a criação de uma macro que não os possua. A diretiva de término da macro é: ENDM

Um exemplo de uma macro para colocar o cursor numa determinada posição do ecran:

```
Pos MACRO Linha, Coluna
        PUSH AX
        PUSH BX
        PUSH DX
        MOV AH, 02H
        MOV DH, Linha
        MOV DL, Coluna
        MOV BH, 0
        INT 10H
        POP DX
        POP BX
        POP AX
ENDM
```

Para usar uma macro basta chamá-la pelo seu nome, tal como se fosse qualquer instrução na linguagem *assembly*:

```
Pos 8, 6
```

Conjunto de Instruções do 8086

Instruções detalhadas

AAA - Ascii Adjust for Addition
Usage: AAA
Modifies flags: AF CF (OF,PF,SF,ZF undefined)
Changes contents of AL to valid unpacked decimal. The high order nibble is zeroed.

AAD - Ascii Adjust for Division
Usage: AAD
Modifies flags: SF ZF PF (AF,CF,OF undefined)
Used before dividing unpacked decimal numbers. Multiplies AH by 10 and the adds result into AL. Sets AH to zero. This instruction is also known to have an undocumented behavior.

AL := 10*AH+AL
AH := 0

AAM - Ascii Adjust for Multiplication
Usage: AAM
Modifies flags: PF SF ZF (AF,CF,OF undefined)

AH := AL / 10
AL := AL mod 10

Used after multiplication of two unpacked decimal numbers, this instruction adjusts an unpacked decimal number. The high order nibble of each byte must be zeroed before using this instruction. This instruction is also known to have an undocumented behavior.

AAS - Ascii Adjust for Subtraction
Usage: AAS
Modifies flags: AF CF (OF,PF,SF,ZF undefined)
Corrects result of a previous unpacked decimal subtraction in AL. High order nibble is zeroed.

ADC - Add With Carry
Usage: ADC dest,src
Modifies flags: AF CF OF SF PF ZF
Sums two binary operands placing the result in the destination. If CF is set, a 1 is added to the destination.

ADD - Arithmetic Addition
Usage: ADD dest,src
Modifies flags: AF CF OF PF SF ZF
Adds "src" to "dest" and replacing the original contents of "dest". Both operands are binary.

AND - Logical And
Usage: AND dest,src
Modifies flags: CF OF PF SF ZF (AF undefined)
Performs a logical AND of the two operands replacing the destination with the result.

CALL - Procedure Call
Usage: CALL destination
Modifies flags: None
Pushes Instruction Pointer (and Code Segment for far calls) onto stack and loads Instruction Pointer with the address of proc-name. Code continues with execution at CS:IP.

CBW - Convert Byte to Word
Usage: CBW
Modifies flags: None
Converts byte in AL to word Value in AX by extending sign of AL throughout register AH.

CLC - Clear Carry
Usage: CLC
Modifies flags: CF
Clears the Carry Flag.

CLD - Clear Direction Flag
Usage: CLD
Modifies flags: DF
Clears the Direction Flag causing string instructions to increment the SI and DI index registers.

CLI - Clear Interrupt Flag (disable)
Usage: CLI
Modifies flags: IF

Disables the maskable hardware interrupts by clearing the Interrupt flag. NMI's and software interrupts are not inhibited.

CMC - Complement Carry Flag
Usage: CMC
Modifies flags: CF
Toggles (inverts) the Carry Flag

CMP - Compare
Usage: CMP dest,src
Modifies flags: AF CF OF PF SF ZF
Subtracts source from destination and updates the flags but does not save result. Flags can subsequently be checked for conditions.

CMPS - Compare String (Byte, Word or Doubleword)
Usage: CMPS dest,src
CMPSB
CMPSW
Modifies flags: AF CF OF PF SF ZF
Subtracts destination value from source without saving results. Updates flags based on the subtraction and the index registers (E)SI and (E)DI are incremented or decremented depending on the state of the Direction Flag. CMPSB inc/decrements the index registers by 1, CMPSW inc/decrements by 2, while CMPSD increments or decrements by 4. The REP prefixes can be used to process entire data items.

CWD - Convert Word to Doubleword
Usage: CWD
Modifies flags: None
Extends sign of word in register AX throughout register DX forming a doubleword quantity in DX:AX.

DAA - Decimal Adjust for Addition
Usage: DAA
Modifies flags: AF CF PF SF ZF (OF undefined)
Corrects result (in AL) of a previous BCD addition operation. Contents of AL are changed to a pair of packed decimal digits.

DAS - Decimal Adjust for Subtraction
Usage: DAS
Modifies flags: AF CF PF SF ZF (OF undefined)
Corrects result (in AL) of a previous BCD subtraction operation. Contents of AL are changed to a pair of packed decimal digits.

DEC - Decrement
Usage: DEC dest
Modifies flags: AF OF PF SF ZF
Unsigned binary subtraction of one from the destination.

DIV - Divide
Usage: DIV src
Modifies flags: (AF,CF,OF,PF,SF,ZF undefined)
Unsigned binary division of accumulator by source. If the source divisor is a byte value then AX is divided by "src" and the quotient is placed in AL and the remainder in AH. If source operand is a word value, then DX:AX is divided by "src" and the quotient is stored in AX and the remainder in DX.

ESC - Escape
Usage: ESC immed,src
Modifies flags: None
Provides access to the data bus for other resident processors. The CPU treats it as a NOP but places memory operand on bus.

HLT - Halt CPU
Usage: HLT
Modifies flags: None
Halts CPU until RESET line is activated, NMI or maskable interrupt received. The CPU becomes dormant but retains the current CS:IP for later restart.

IDIV - Signed Integer Division
Usage: IDIV src
Modifies flags: (AF,CF,OF,PF,SF,ZF undefined)
Signed binary division of accumulator by source. If source is a byte value, AX is divided by "src" and the quotient is stored in AL and the remainder in AH. If source is a word value, DX:AX is divided by "src", and the quotient is stored in AL and the remainder in DX.

IMUL - Signed Multiply
Usage: IMUL src
Modifies flags: CF OF (AF,PF,SF,ZF undefined)

Signed multiplication of accumulator by "src" with result placed in the accumulator. If the source operand is a byte value, it is multiplied by AL and the result stored in AX. If the source operand is a word value it is multiplied by AX and the result is stored in DX:AX. Other variations of this instruction allow specification of source and destination registers as well as a third immediate factor.

IN - Input Byte or Word From Port
Usage: IN accum,port
Modifies flags: None
A byte, word or dword is read from "port" and placed in AL, AX or EAX respectively. If the port number is in the range of 0-255 it can be specified as an immediate, otherwise the port number must be specified in DX. Valid port ranges on the PC are 0-1024, though values through 65535 may be specified and recognized by third party vendors and PS/2's.

INC - Increment
Usage: INC dest
Modifies flags: AF OF PF SF ZF
Adds one to destination unsigned binary operand.

INT - Interrupt
Usage: INT num
Modifies flags: TF IF
Initiates a software interrupt by pushing the flags, clearing the Trap and Interrupt Flags, pushing CS followed by IP and loading CS:IP with the value found in the interrupt vector table. Execution then begins at the location addressed by the new CS:IP

INTO - Interrupt on Overflow
Usage: INTO
Modifies flags: IF TF
If the Overflow Flag is set this instruction generates an INT 4 which causes the code addressed by 0000:0010 to be executed.

IRET - Interrupt Return
Usage: IRET
Modifies flags: AF CF DF IF PF SF TF ZF
Returns control to point of interruption by popping IP, CS and then the Flags from the stack and continues execution at this location. CPU exception interrupts will return to the instruction that cause the exception because the CS:IP placed on the stack during the interrupt is the address of the offending instruction.

Jxx - Jump Instructions Table

Mnemonic	Meaning	Jump Condition
JA	Jump if Above	CF=0 and ZF=0
JAE	Jump if Above or Equal	CF=0
JB	Jump if Below	CF=1
JBE	Jump if Below or Equal	CF=1 or ZF=1
JC	Jump if Carry	CF=1
JCXZ	Jump if CX Zero	CX=0
JE	Jump if Equal	ZF=1
JG	Jump if Greater (signed)	ZF=0 and SF=OF
JGE	Jump if Greatur or Equal (signed)	SF=OF
JL	Jump if Less (signed)	SF != OF
JLE	Jump if Less or Equal (signed)	ZF=1 or SF != OF
JMP	Unconditional Jump	unconditional
JNA	Jump if Not Above	CF=1 or ZF=1
JNAE	Jump if Not Above or Equal	CF=1
JNB	Jump if Not Below	CF=0
JNBE	Jump if Not Below or Equal	CF=0 and ZF=0
JNC	Jump if Not Carry	CF=0
JNE	Jump if Not Equal	ZF=0
JNG	Jmp if Not Greater (signed)	ZF=1 or SF != OF
JNGE	Jump if Not Greater or Equal (signed)	SF != OF
JNL	Jump if Not Less (signed)	SF=OF
JNLE	Jump if Not Less or Equal (signed)	ZF=0 and SF=OF
JNO	Jump if Not Overflow (signed)	OF=0
JNP	Jump if No Parity	PF=0
JNS	Jump if Not Signed (signed)	SF=0
JNZ	Jump if Not Zero	ZF=0
JO	Jump if Overflow (signed)	OF=1
JP	Jump if Parity	PF=1
JPE	Jump if Parity Even	PF=1
JPO	Jump if Parity Odd	PF=0
JS	Jump if Signed (signed)	SF=1
JZ	Jump if Zero	ZF=1

Tabela 11 - Lista e condições das intruções de salto.

JCXZ - Jump if Register (E)CX is Zero
Usage: JCXZ label
Modifies flags: None
Causes execution to branch to "label" if register CX is zero. Uses unsigned comparision.

JMP - Unconditional Jump
Usage: JMP target
Modifies flags: None
Unconditionally transfers control to "label". Jumps by default are within -32768 to 32767 bytes from the instruction following the jump. NEAR and SHORT jumps cause the IP to be updated while FAR jumps cause CS and IP to be updated.

LAHF - Load Register AH From Flags

Usage: LAHF
Modifies flags: None
Copies bits 0-7 of the flags register into AH. This includes flags AF, CF, PF, SF and ZF other bits are undefined.

AH := SF ZF xx AF xx PF xx CF

LDS - Load Pointer Using DS
Usage: LDS dest,src
Modifies flags: None
Loads 32-bit pointer from memory source to destination register and DS. The offset is placed in the destination register and the segment is placed in DS. To use this instruction the word at the lower memory address must contain the offset and the word at the higher address must contain the segment. This simplifies the loading of far pointers from the stack and the interrupt vector table.

LEA - Load Effective Address
Usage: LEA dest,src
Modifies flags: None
Transfers offset address of "src" to the destination register.

LES - Load Pointer Using ES
Usage: LES dest,src
Modifies flags: None
Loads 32-bit pointer from memory source to destination register and ES. The offset is placed in the destination register and the segment is placed in ES. To use this instruction the word at the lower memory address must contain the offset and the word at the higher address must contain the segment. This simplifies the loading of far pointers from the stack and the interrupt vector table.

LOCK - Lock Bus
Usage: LOCK
Modifies flags: None
This instruction is a prefix that causes the CPU assert bus lock signal during the execution of the next instruction. Used to avoid two processors from updating the same data location. The 286 always asserts lock during an XCHG with memory operands. This should only be used to lock the bus prior to XCHG, MOV, IN and OUT instructions.

LODS - Load String (Byte, Word or Double)
Usage: LODS src
LODSB
LODSW
Modifies flags: None
Transfers string element addressed by DS:SI (even if an operand is supplied) to the accumulator. SI is incremented based on the size of the operand or based on the instruction used. If the Direction Flag is set SI is decremented, if the Direction Flag is clear SI is incremented. Use with REP prefixes.

LOOP - Decrement CX and Loop if CX Not Zero
Usage: LOOP label
Modifies flags: None
Decrements CX by 1 and transfers control to "label" if CX is not Zero. The "label" operand must be within -128 or 127 bytes of the instruction following the loop instruction.

LOOPE/LOOPZ - Loop While Equal / Loop While Zero
Usage: LOOPE label
LOOPZ label
Modifies flags: None
Decrements CX by 1 (without modifying the flags) and transfers control to "label" if CX != 0 and the Zero Flag is set. The "label" operand must be within -128 or 127 bytes of the instruction following the loop instruction.

LOOPNZ/LOOPNE - Loop While Not Zero / Loop While Not Equal
Usage: LOOPNZ label
LOOPNE label
Modifies flags: None
Decrements CX by 1 (without modifying the flags) and transfers control to "label" if CX != 0 and the Zero Flag is clear. The "label" operand must be within -128 or 127 bytes of the instruction following the loop instruction.

MOV - Move Byte or Word
Usage: MOV dest,src
Modifies flags: None
Copies byte or word from the source operand to the destination operand. If the destination is SS interrupts are disabled except on early buggy 808x CPUs. Some CPUs disable interrupts if the destination is any of the segment registers

MOVS - Move String (Byte or Word)
Usage: MOVS dest,src
MOVSB
MOVSW
Modifies flags: None
Copies data from addressed by DS:SI (even if operands are given) to the location ES:DI destination and updates SI and DI based on the size of the operand or instruction used. SI and DI are incremented when the Direction Flag is cleared and decremented when the Direction Flag is Set. Use with REP prefixes.

MUL - Unsigned Multiply
Usage: MUL src
Modifies flags: CF OF (AF,PF,SF,ZF undefined)
Unsigned multiply of the accumulator by the source. If "src" is a byte value, then AL is used as the other multiplicand and the result is placed in AX. If "src" is a word value, then AX is multiplied by "src" and DX:AX receives the result. If "src" is a double word value, then EAX is multiplied by "src" and EDX:EAX receives the result. The 386+ uses an early out algorithm which makes multiplying any size value in EAX as fast as in the 8 or 16 bit registers.

NEG - Two's Complement Negation
Usage: NEG dest
Modifies flags: AF CF OF PF SF ZF
Subtracts the destination from 0 and saves the 2s complement of "dest" back into "dest".

NOP - No Operation (90h)
Usage: NOP
Modifies flags: None
This is a do nothing instruction. It results in occupation of both space and time and is most useful for patching code segments. (This is the original XCHG AL,AL instruction)

NOT - One's Compliment Negation (Logical NOT)
Usage: NOT dest
Modifies flags: None
Inverts the bits of the "dest" operand forming the 1s complement.

OR - Inclusive Logical OR
Usage: OR dest,src
Modifies flags: CF OF PF SF ZF (AF undefined)
Logical inclusive OR of the two operands returning the result in the destination. Any bit set in either operand will be set in the destination.

OUT - Output Data to Port
Usage: OUT port,accum
Modifies flags: None
Transfers byte in AL,word in AX or dword in EAX to the specified hardware port address. If the port number is in the range of 0-255 it can be specified as an immediate. If greater than 255 then the port number must be specified in DX. Since the PC only decodes 10 bits of the port address, values over 1023 can only be decoded by third party vendor equipment and also map to the port range 0-1023.

POP - Pop Word off Stack
Usage: POP dest
Modifies flags: None
Transfers word at the current stack top (SS:SP) to the destination then increments SP by two to point to the new stack top. CS is not a valid destination.

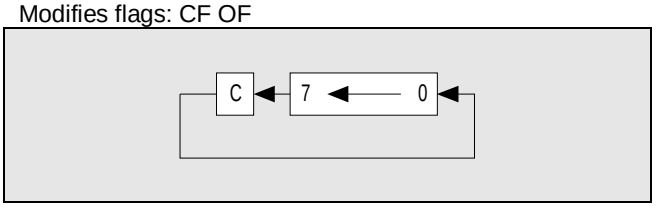
POPF/POPFD - Pop Flags off Stack
Usage: POPF
Modifies flags: all flags
Pops word/doubleword from stack into the Flags Register and then increments SP by 2 (for POPF) or 4 (for POPFD).

PUSH - Push Word onto Stack
Usage: PUSH src
Modifies flags: None
Decrements SP by the size of the operand (two or four, byte values are sign extended) and transfers one word from source to the stack top (SS:SP).

PUSHF/PUSHFD - Push Flags onto Stack
Usage: PUSHF
Modifies flags: None
Transfers the Flags Register onto the stack. PUSHF saves a 16 bit value while PUSHFD saves a 32 bit value.

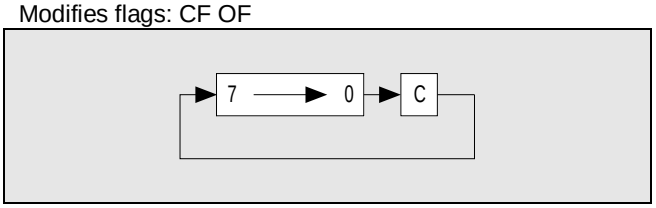
RCL - Rotate Through Carry Left
Usage: RCL dest,count

Modifies flags: CF OF



Rotates the bits in the destination to the left "count" times with all data pushed out the left side re-entering on the right. The Carry Flag holds the last bit rotated out.

RCR - Rotate Through Carry Right
Usage: RCR dest,count
Modifies flags: CF OF



Rotates the bits in the destination to the right "count" times with all data pushed out the right side re-entering on the left. The Carry Flag holds the last bit rotated out.

REP - Repeat String Operation
Usage: REP
Modifies flags: None
Repeats execution of string instructions while CX != 0. After each string operation, CX is decremented and the Zero Flag is tested. The combination of a repeat prefix and a segment override on CPU's before the 386 may result in errors if an interrupt occurs before CX=0. The following code shows code that is susceptible to this and how to avoid it:

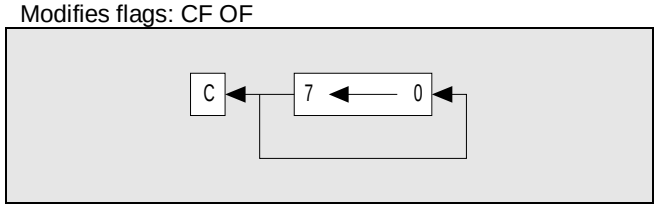
```
again:  rep movs  byte ptr ES:[DI],ES:[SI]   ; vulnerable instr.
        jcxz  next            ; continue if REP successful
        loop  again           ; interrupt goofed count
next:
```

REPE/REPZ - Repeat Equal / Repeat Zero
Usage: REPE
REPZ
Modifies flags: None
Repeats execution of string instructions while CX != 0 and the Zero Flag is set. CX is decremented and the Zero Flag tested after each string operation. The combination of a repeat prefix and a segment override on processors other than the 386 may result in errors if an interrupt occurs before CX=0.

REPNE/REPNZ - Repeat Not Equal / Repeat Not Zero
Usage: REPNE
REPNZ
Modifies flags: None
Repeats execution of string instructions while CX != 0 and the Zero Flag is clear. CX is decremented and the Zero Flag tested after each string operation. The combination of a repeat prefix and a segment override on processors other than the 386 may result in errors if an interrupt occurs before CX=0.

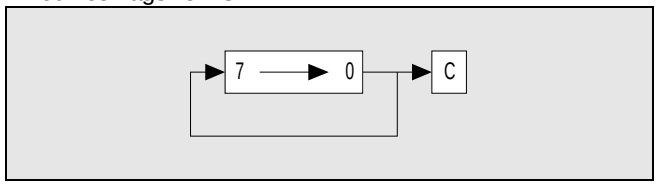
RET/RETF - Return From Procedure
Usage: RET nBytes
RETF nBytes
RETN nBytes
Modifies flags: None
Transfers control from a procedure back to the instruction address saved on the stack. "n bytes" is an optional number of bytes to release. Far returns pop the IP followed by the CS, while near returns pop only the IP register.

ROL - Rotate Left
Usage: ROL dest,count
Modifies flags: CF OF



Rotates the bits in the destination to the left "count" times with all data pushed out the left side re-entering on the right. The Carry Flag will contain the value of the last bit rotated out.

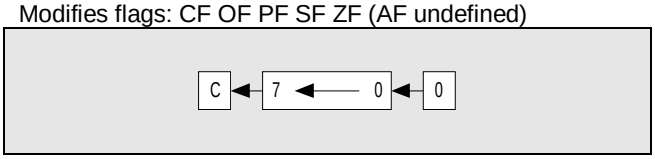
ROR - Rotate Right
Usage: ROR dest,count
Modifies flags: CF OF



Rotates the bits in the destination to the right "count" times with all data pushed out the right side re-entering on the left. The Carry Flag will contain the value of the last bit rotated out.

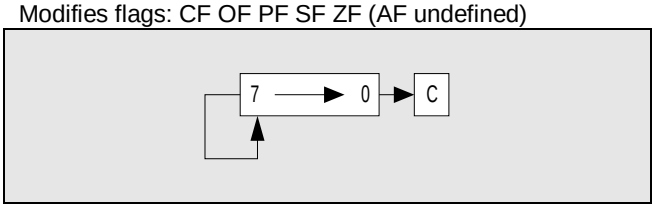
SAHF - Store AH Register into FLAGS
Usage: SAHF
Modifies flags: AF CF PF SF ZF
Transfers bits 0-7 of AH into the Flags Register. This includes AF, CF, PF, SF and ZF.

SAL/**SHL** - Shift Arithmetic Left / Shift Logical Left
Usage: SAL dest,count
SHL dest,count
Modifies flags: CF OF PF SF ZF (AF undefined)



Shifts the destination left by "count" bits with zeroes shifted in on right. The Carry Flag contains the last bit shifted out.

SAR - Shift Arithmetic Right
Usage: SAR dest,count
Modifies flags: CF OF PF SF ZF (AF undefined)



Shifts the destination right by "count" bits with the current sign bit replicated in the leftmost bit. The Carry Flag contains the last bit shifted out.

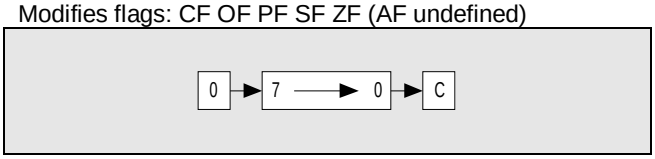
SBB - Subtract with Borrow/Carry
Usage: SBB dest,src
Modifies flags: AF CF OF PF SF ZF
Subtracts the source from the destination, and subtracts 1 extra if the Carry Flag is set. Results are returned in "dest".

SCAS - Scan String (Byte, Word or Doubleword)
Usage: SCAS string
SCASB
SCASW
Modifies flags: AF CF OF PF SF ZF

Compares value at ES:DI (even if operand is specified) from the accumulator and sets the flags similar to a subtraction. DI is incremented/decremented based on the instruction format (or operand size) and the state of the Direction Flag. Use with REP prefixes.

SHL - Shift Logical Left
See: SAL

SHR - Shift Logical Right
Usage: SHR dest,count
Modifies flags: CF OF PF SF ZF (AF undefined)



Shifts the destination right by "count" bits with zeroes shifted in on the left. The Carry Flag contains the last bit shifted out.

STC - Set Carry
Usage: STC
Modifies flags: CF
Sets the Carry Flag to 1.

STD - Set Direction Flag
Usage: STD
Modifies flags: DF
Sets the Direction Flag to 1 causing string instructions to auto-decrement SI and DI instead of auto-increment.

STI - Set Interrupt Flag (Enable Interrupts)
Usage: STI
Modifies flags: IF
Sets the Interrupt Flag to 1, which enables recognition of all hardware interrupts. If an interrupt is generated by a hardware device, an End of Interrupt (EOI) must also be issued to enable other hardware interrupts of the same or lower priority.

STOS - Store String (Byte, Word or Doubleword)
Usage: STOS dest
STOSB
STOSW
STOSD
Modifies flags: None

Stores value in accumulator to location at ES:(E)DI (even if operand is given). (E)DI is incremented/decremented based on the size of the operand (or instruction format) and the state of the Direction Flag. Use with REP prefixes.

SUB - Subtract
Usage: SUB dest,src
Modifies flags: AF CF OF PF SF ZF
The source is subtracted from the destination and the result is stored in the destination.

TEST - Test For Bit Pattern
Usage: TEST dest,src
Modifies flags: CF OF PF SF ZF (AF undefined)
Performs a logical AND of the two operands updating the flags register without saving the result.

WAIT/**FWAIT** - Event Wait
Usage: WAIT
FWAIT
Modifies flags: None
CPU enters wait state until the coprocessor signals it has finished its operation. This instruction is used to prevent the CPU from accessing memory that may be temporarily in use by the coprocessor. WAIT and FWAIT are identical.

XCHG - Exchange
Usage: XCHG dest,src
Modifies flags: None
Exchanges contents of source and destination.

XLAT/**XLATB** - Translate
Usage: XLAT translation-table
XLATB (masm 5.x)
Modifies flags: None
Replaces the byte in AL with byte from a user table addressed by BX. The original value of AL is the index into the translate table. The best way to discripe this is MOV AL,[BX+AL]

XOR - Exclusive OR
Usage: XOR dest,src
Modifies flags: CF OF PF SF ZF (AF undefined)
Performs a bitwise exclusive OR of the operands and returns the result in the destination.

Interrupções

Iremos agora apresentar alguns dos principais interrupts da BIOS.

INT 10 - VIDEO - SET VIDEO MODE
AH = 00h
AL = desired video mode (see #00010)
Return: AL = video mode flag (Phoenix, AMI BIOS)
20h mode > 7
30h modes 0-5 and 7
3Fh mode 6
AL = CRT controller mode byte (Phoenix 386 BIOS v1.10)
Desc: specify the display mode for the currently active display adapter
InstallCheck: for Ahead adapters, the signature "AHEAD" at C000h:0025h for Paradise adapters, the signature "VGA=" at C000h:007Dh for Oak Tech OTI-037/057/067/077 chipsets, the signature "OAK VGA" at C000h:0008h for ATI adapters, the signature "761295520" at C000h:0031h; the byte at C000h:0043h indicates the chipset revision:
31h for 18800
32h for 18800-1
33h for 18800-2
34h for 18800-4
35h for 18800-5
62h for 68800AX (Mach32) (see also #00732)
the two bytes at C000h:0040h indicate the adapter type
"22" EGA Wonder
"31" VGA Wonder
"32" EGA Wonder800+
the byte at C000h:0042h contains feature flags
bit 1: mouse port present
bit 4: programmable video clock
the byte at C000h:0044h contains additional feature flags if chipset byte > 30h (see #00009) for Genoa video adapters, the signature 77h XXh 99h 66h at C000h:NNNNh, where NNNNh is stored at C000h:0037h and XXh is
00h for Genoa 6200/6300
11h for Genoa 6400/6600
22h for Genoa 6100
33h for Genoa 5100/5200
55h for Genoa 5300/5400
for SuperEGA BIOS v2.41+, C000h:0057h contains the product level for Genoa SuperEGA BIOS v3.0+, C000h:0070h contains the signature "EXTMODE", indicating support for extended modes
Notes: IBM standard modes do not clear the screen if the high bit of AL is set (EGA or higher only) the Tseng ET4000 chipset is used by the Orchid Prodesigner II, Diamond SpeedSTAR VGA, Groundhog Graphics Shadow VGA, Boca Super X VGA, Everex EV-673, etc. intercepted by GRAFTABL from Novell DOS 7 and Caldera OpenDOS 7.01.
SeeAlso:
AX=0070h,AX=007Eh,AX=10E0h,AX=10F0h,AH=40h,AX=6F05h,AH=FFh"GO32"
SeeAlso: INT 33/AX=0028h,INT 5F/AH=00h,INT 62/AX=0001h,MEM 0040h:0049h
Index: installation check;Tseng ET4000|installation check;Ahead video cards
Index: installation check;Oak Technologies|installation check;ATI video cards
Index: installation check;Paradise video|installation check;Genoa video cards

Bitfields for ATI additional feature flags:

Bit(s)	Description (Table 00009)
0	70 Hz non-interlaced display
1	Korean (double-byte) characters
2	45 MHz memory clock rather than 40 MHz
3	zero wait states
4	paged ROMs
6	no 8514/A monitor support
7	HiColor DAC

(Table 00010)
Values for video mode:

	text/ grph	text pixel resol	pixel box	resolution	colors	pages	disply addr	scrn	system
00h =	T	40x25	8x8	320x200	16gray	8	B800		CGA,PCjr,Tandy
=	T	40x25	8x14	320x350	16gray	8	B800		EGA
=	T	40x25	8x16	320x400	16	8	B800		MCGA
=	T	40x25	9x16	360x400	16	8	B800		VGA
01h =	T	40x25	8x8	320x200	16	8	B800		CGA,PCjr,Tandy
=	T	40x25	8x14	320x350	16	8	B800		EGA
=	T	40x25	8x16	320x400	16	8	B800		MCGA
=	T	40x25	9x16	360x400	16	8	B800		VGA
02h =	T	80x25	8x8	640x200	16gray	4	B800		CGA,PCjr,Tandy
=	T	80x25	8x14	640x350	16gray	8	B800		EGA
=	T	80x25	8x16	640x400	16	8	B800		MCGA
=	T	80x25	9x16	720x400	16	8	B800		VGA
03h =	T	80x25	8x8	640x200	16	4	B800		CGA,PCjr,Tandy
=	T	80x25	8x14	640x350	16/64	8	B800		EGA
=	T	80x25	8x16	640x400	16	8	B800		MCGA
=	T	80x25	9x16	720x400	16	8	B800		VGA
=	T	80x43	8x8	640x350	16	4	B800		EGA,VGA [17]
=	T	80x50	8x8	640x400	16	4	B800		VGA [17]
04h =	G	40x25	8x8	320x200	4	.	B800		CGA,PCjr,EGA,MCGA,VGA
05h =	G	40x25	8x8	320x200	4gray	.	B800		CGA,PCjr,EGA
=	G	40x25	8x8	320x200	4	.	B800		MCGA,VGA
06h =	G	80x25	8x8	640x200	2	.	B800		CGA,PCjr,EGA,MCGA,VGA
=	G	80x25	.	.	mono	.	B000		HERCULES.COM on HGC [14]
07h =	T	80x25	9x14	720x350	mono	var	B000		MDA,Hercules,EGA
=	T	80x25	9x16	720x400	mono	.	B000	VGA	
08h =	T	132x25	8x8	1056x200	16	.	B800	ATI	EGA/VGA Wonder [2]
=	T	132x25	8x8	1056x200	mono	.	B000	ATI	EGA/VGA Wonder [2]
=	G	20x25	8x8	160x200	16	.	.	PCjr,	Tandy 1000
=	G	80x25	8x16	640x400	color	.	.	Tandy	2000
=	G	90x43	8x8	720x348	mono	.	B000	Hercules +	MSHERC.COM
=	G	90x45	8x8	720x360	mono	.	B000	Hercules +	HERKULES [11]
=	G	90x29	8x12	720x348	mono	.	.		Hercules + HERCBIOS [15]
09h =	G	40x25	8x8	320x200	16	.	.	PCjr,	Tandy 1000
=	G	80x25	8x16	640x400	mono	.	.	Tandy	2000
=	G	90x43	8x8	720x348	mono	.	.		Hercules + HERCBIOS [15]
0Ah =	G	80x25	8x8	640x200	4	.	.	PCjr,	Tandy 1000
0Bh =		reserved				(EGA	BIOS		internal use)
=	G	80x25	8x8	640x200	16	.	.	Tandy	1000 SL/TL [13]
0Ch =		reserved				(EGA	BIOS		internal use)
0Dh =	G	40x25	8x8	320x200	16	8	A000	EGA,VGA	
0Eh =	G	80x25	8x8	640x200	16	4	A000	EGA,VGA	
0Fh =	G	80x25	8x14	640x350	mono	2	A000	EGA,VGA	
10h =	G	80x25	8x14	640x350	4	2	A000	64k EGA	

= G . . 640x350 16 . A000 256k EGA,VGA
11h = G 80x30 8x16 640x480 mono . A000 VGA,MCGA,ATI EGA,ATI VIP
12h = G 80x30 8x16 640x480 16/256K . A000 VGA,ATI VIP
= G 80x30 8x16 640x480 16/64 . A000 ATI EGA Wonder
= G . . 640x480 16 . . UltraVision+256K EGA
13h = G 40x25 8x8 320x200 256/256K . A000 VGA,MCGA,ATI VIP
14h = T 132x25 Nx16 . 16 . B800 XGA, IBM Enhanced VGA [3]
= T 132x25 8x16 1056x400 16/256K . . Cirrus CL-GD5420/5422/5426
= G 80x25 8x8 640x200 . . . Lava Chrome II EGA
= G . . 640x400 16 . . Tecmar VGA/AD
15h = G 80x25 8x14 640x350 . . . Lava Chrome II EGA
16h = G 80x25 8x14 640x350 . . . Lava Chrome II EGA
= G . . 800x600 16 . . Tecmar VGA/AD

Notes:
[1] interlaced only
[2] for ATI EGA Wonder, mode 08h is only valid if SMS.COM is loaded resident. SMS maps mode 08h to mode 27h if the byte at location 0040:0063 is 0B4h, otherwise to mode 23h, thus selecting the appropriate (monochrome or color) 132x25 character mode. for ATI VGA Wonder, mode 08h is the same, and only valid if VCONFIG loaded resident
[3] early XGA boards support 132-column text but do not have this BIOS mode
[4] DESQview intercepts calls to change into these two modes (21h is page 0, 22h is page 1) even if there is no Hercules graphics board installed
[5] ATI BIOS v4-1.00 has a text-scrolling bug in this mode
[6] for AT&T VDC overlay modes, BL contains the DEB mode, which may be 06h, 40h, or 44h
[7] BIOS text support is broken in this undocumented mode; scrolling moves only about 1/3 of the screen (and does even that portion incorrectly), while screen clears only clear about 3/4.
[8] The Oak OTI-037/067/077 modes are present in the Oak VGA BIOS, which OEMs may choose to use only partially or not at all; thus, not all Oak boards support all "Oak" modes listed here
[9] this card uses the full 128K A000h-BFFFh range for the video buffer, precluding the use of a monochrome adapter in the same system
[10] mode 17h supported by Tseng ET4000 BIOS 8.01X dated 1990/09/14, but not v8.01X dated 1992/02/28; mode 21h supported by 1992/02/28 version but not 1990/09/14 version
[11] HERKULES simulates a 90x45 text mode in Hercules graphics mode; the installation check for HERKULES.COM is the signature "Herkules" two bytes beyond the INT 10 handler
[12] The Realtek RTVGA BIOS v3.C10 crashes when attempting to switch into modes 21h or 27h; this version of the BIOS also sets the BIOS data area incorrectly for extended text modes, resulting in scrolling after only 24 lines (the VMODE.EXE utility does set the data area correctly)
[13] The Tandy 1000SL/TL BIOS does not actually support this mode
[14] HERCULES.COM is a graphics-mode BIOS extension for Hercules-compatible graphics cards by Soft Warehouse, Inc. Its installation check is to test whether the word preceding the INT 10 handler is 4137h.
[15] The Hercules-graphics video modes for HERCBIOS (shareware by Dave Tutelman) may be changed by a command-line switch; the 90x43 character-cell mode's number is always one higher than the 90x29 mode (whose default is mode 08h)
[16] Stealth64 Video 2001-series BIOS v1.03 reports 76 lines for mode 7Ch, resulting in incorrect scrolling for TTY output (scrolling occurs only after the end of the 76th line, which is not displayed)
[17] For 43-line text on EGA or 43/50-line text on VGA, you must load an 8x8 font using AX=1102h after switching to mode 3; VGA may also require using INT 10/AH=12h/BL=30h

SeeAlso: #00011,#00083,#00191
Index: video modes
Index: installation check;HERKULES|installation check;HERCULES.COM

INT 10 - VIDEO - SET TEXT-MODE CURSOR SHAPE
AH = 01h
CH = cursor start and options (see #00013)
CL = bottom scan line containing cursor (bits 0-4)
Return: nothing
Desc: specify the starting and ending scan lines to be occupied by the hardware cursor in text modes
Notes: buggy on EGA systems--BIOS remaps cursor shape in 43 line modes, but returns unmapped cursor shape UltraVision scales size to the current font height by assuming 14-line monochrome and 8-line color fonts; this call is not valid if cursor emulation has been disabled applications which wish to change the cursor by programming the hardware directly on EGA or above should call INT 10/AX=1130h or read 0040h:0085h first to determine the current font height in some adapters, setting the end line greater than the number of lines in the font will result in the cursor extending to the top of the next character cell on the right
BUG: AMI 386 BIOS and AST Premier 386 BIOS will lock up the system if AL is not equal to the current video mode
SeeAlso: AH=03h,AX=CD05h,AH=12h/BL=34h,#03885

Bitfields for cursor start and options:
Bit(s) Description (Table 00013)
7 should be zero
6,5 cursor blink
(00=normal, 01=invisible, 10=erratic, 11=slow)
(00=normal, other=invisible on EGA/VGA)
4-0 topmost scan line containing cursor

INT 10 - VIDEO - SET CURSOR POSITION
AH = 02h
BH = page number
0-3 in modes 2&3
0-7 in modes 0&1
0 in graphics modes
DH = row (00h is top)
DL = column (00h is left)
Return: nothing
SeeAlso: AH=03h,AH=05h,INT 60/DI=030Bh,MEM 0040h:0050h

INT 10 - VIDEO - GET CURSOR POSITION AND SIZE
AH = 03h
BH = page number
0-3 in modes 2&3
0-7 in modes 0&1
0 in graphics modes
Return: AX = 0000h (Phoenix BIOS)
CH = start scan line
CL = end scan line
DH = row (00h is top)
DL = column (00h is left)
Notes: a separate cursor is maintained for each of up to 8 display pages many ROM BIOSes incorrectly return the default size for a color display (start 06h, end 07h) when a monochrome display is attached With PhysTechSoft's PTS ROM-DOS the BH value is ignored on entry.
SeeAlso: AH=01h,AH=02h,AH=12h/BL=34h,MEM 0040h:0050h,MEM 0040h:0060h

INT 10 - VIDEO - READ LIGHT PEN POSITION (except VGA)
AH = 04h
Return: AH = light pen trigger flag
00h not down/triggered
01h down/triggered
DH,DL = row,column of character light pen is on
CH = pixel row (graphics modes 04h-06h)
CX = pixel row (graphics modes with >200 rows)
BX = pixel column
Desc: determine the current position and status of the light pen (if present)
Notes: on a CGA, returned column numbers are always multiples of 2 (320-column modes) or 4 (640-column modes) returned row numbers are only accurate to two lines

INT 10 - VIDEO - READ LIGHT PEN POSITION (except VGA)
AH = 04h
Return: AH = light pen trigger flag
00h not down/triggered
01h down/triggered
DH,DL = row,column of character light pen is on
CH = pixel row (graphics modes 04h-06h)
CX = pixel row (graphics modes with >200 rows)
BX = pixel column
Desc: determine the current position and status of the light pen (if present)
Notes: on a CGA, returned column numbers are always multiples of 2 (320-column modes) or 4 (640-column modes) returned row numbers are only accurate to two lines

INT 10 - VIDEO - PCjr, Tandy 1000 - SET CRT/CPU PAGE REGISTERS
AH = 05h
AL = subfunction
81h set CPU page register
BL = CPU page
82h set CRT page register
BH = CRT page
83h set both CPU and CRT page registers
BL = CPU page
BH = CRT page
Return: nothing
Notes: the CPU page determines which 16K block of the first 128K of physical memory will be mapped at B800h by the hardware the CRT page determines the start address of the memory used by the video controller
SeeAlso: AX=0580h

INT 10 - VIDEO - SCROLL UP WINDOW
AH = 06h
AL = number of lines by which to scroll up (00h = clear entire window)
BH = attribute used to write blank lines at bottom of window
CH,CL = row,column of window's upper left corner
DH,DL = row,column of window's lower right corner
Return: nothing
Note: affects only the currently active page (see AH=05h)
BUGS: some implementations (including the original IBM PC) have a bug which destroys BP the Trident TVGA8900CL (BIOS dated 1992/9/8) clears DS to 0000h when scrolling in an SVGA mode (800x600 or higher)
SeeAlso: AH=07h,AH=12h"Tandy 2000",AH=72h,AH=73h,AX=7F07h,INT 50/AX=0014h

INT 10 - VIDEO - SCROLL DOWN WINDOW
AH = 07h
AL = number of lines by which to scroll down (00h=clear entire window)
BH = attribute used to write blank lines at top of window
CH,CL = row,column of window's upper left corner
DH,DL = row,column of window's lower right corner
Return: nothing
Note: affects only the currently active page (see AH=05h)
BUGS: some implementations (including the original IBM PC) have a bug which destroys BP the Trident TVGA8900CL (BIOS dated 1992/9/8) clears DS to 0000h when scrolling in an SVGA mode (800x600 or higher)
SeeAlso: AH=06h,AH=12h"Tandy 2000",AH=72h,AH=73h,INT 50/AX=0014h

INT 10 - VIDEO - READ CHARACTER AND ATTRIBUTE AT CURSOR POSITION
AH = 08h
BH = page number (00h to number of pages - 1) (see #00010)
Return: AH = character's attribute (text mode only) (see #00014)
AH = character's color (Tandy 2000 graphics mode only)
AL = character
Notes: for monochrome displays, a foreground of 1 with background 0 is Underlined the blink bit may be reprogrammed to enable intense background colors using AX=1003h or by programming the CRT controller the foreground intensity bit (3) can be programmed to switch between character sets A and B on EGA and VGA cards, thus enabling 512 simultaneous characters on screen. In this case the bit's usual function (intensity) is regularly turned off. In graphics modes, only characters drawn with white foreground pixels are matched by the pattern-comparison routine on the Tandy 2000, BH=FFh specifies that the current page should be used because of the IBM BIOS specifications, there may exist some clone BIOSes which do not preserve SI or DI; the Novell DOS kernel preserves SI, DI, and BP before many INT 10h calls to avoid problems due to those registers not being preserved by the BIOS.
BUG: some IBM PC ROM BIOSes destroy BP when in graphics modes
SeeAlso: AH=09h,AX=1003h,AX=1103h,AH=12h/BL=37h,AX=5001h

Bitfields for character's display attribute:
Bit(s) Description (Table 00014)
7 foreground blink or (alternate) background bright (see also AX=1003h)
6-4 background color (see #00015)
3 foreground bright or (alternate) alternate character set (see AX=1103h)
2-0 foreground color (see #00015)
SeeAlso: #00026

(Table 00015)
Values for character color:

	Normal	Bright
000b	black	dark gray
001b	blue	light blue
010b	green	light green
011b	cyan	light cyan
100b	red	light red
101b	magenta	light magenta
110b	brown	yellow
111b	light gray white	

INT 10 - VIDEO - WRITE CHARACTER AND ATTRIBUTE AT CURSOR POSITION
AH = 09h
AL = character to display
BH = page number (00h to number of pages - 1) (see #00010)
background color in 256-color graphics modes (ET4000)
BL = attribute (text mode) or color (graphics mode)
if bit 7 set in <256-color graphics mode, character is XOR'ed onto screen
CX = number of times to write character
Return: nothing
Notes: all characters are displayed, including CR, LF, and BS replication count in CX may produce an unpredictable result in graphics modes if it is greater than the number of positions remaining in the current row With PhysTechSoft's PTS ROM-DOS the BH, BL, and CX values are ignored on entry.
SeeAlso: AH=08h,AH=0Ah,AH=4Bh"GRAFIX",INT 17/AH=60h,INT 1F"SYSTEM DATA"
SeeAlso: INT 43"VIDEO DATA",INT 44"VIDEO DATA"

INT 10 - VIDEO - WRITE CHARACTER ONLY AT CURSOR POSITION
AH = 0Ah
AL = character to display
BH = page number (00h to number of pages - 1) (see #00010)
background color in 256-color graphics modes (ET4000)
BL = attribute (PCjr, Tandy 1000 only) or color (graphics mode)
if bit 7 set in <256-color graphics mode, character is XOR'ed onto screen
CX = number of times to write character
Return: nothing
Notes: all characters are displayed, including CR, LF, and BS replication count in CX may produce an unpredictable result in graphics modes if it is greater than the number of positions remaining in the current row With PhysTechSoft's PTS ROM-DOS the BH and CX values are ignored on entry.
SeeAlso: AH=08h,AH=09h,AH=11h"Tandy 2000",AH=4Bh,INT 17/AH=60h
SeeAlso: INT 1F"SYSTEM DATA",INT 43"VIDEO DATA",INT 44"VIDEO DATA"

INT 10 - VIDEO - SET BACKGROUND/BORDER COLOR

AH = 0Bh
BH = 00h
BL = background/border color (border only in text modes)
Return: nothing
SeeAlso: AH=0Bh/BH=01h

INT 10 - VIDEO - WRITE GRAPHICS PIXEL
AH = 0Ch
BH = page number
AL = pixel color
if bit 7 set, value is XOR'ed onto screen except in 256-color modes
CX = column
DX = row
Return: nothing
Desc: set a single pixel on the display in graphics modes
Notes: valid only in graphics modes BH is ignored if the current video mode supports only one page
SeeAlso: AH=0Dh,AH=46h

INT 10 - VIDEO - READ GRAPHICS PIXEL
AH = 0Dh
BH = page number
CX = column
DX = row
Return: AL = pixel color
Desc: determine the current color of the specified pixel in grahics modes
Notes: valid only in graphics modes BH is ignored if the current video mode supports only one page
SeeAlso: AH=0Ch,AH=47h

INT 10 - VIDEO - TELETYPE OUTPUT
AH = 0Eh
AL = character to write
BH = page number
BL = foreground color (graphics modes only)
Return: nothing
Desc: display a character on the screen, advancing the cursor and scrolling the screen as necessary
Notes: characters 07h (BEL), 08h (BS), 0Ah (LF), and 0Dh (CR) are interpreted and do the expected things IBM PC ROMs dated 1981/4/24 and 1981/10/19 require that BH be the same as the current active page
BUG: if the write causes the screen to scroll, BP is destroyed by BIOSes for which AH=06h destroys BP
SeeAlso: AH=02h,AH=06h,AH=0Ah

INT 10 - VIDEO - GET CURRENT VIDEO MODE
AH = 0Fh
Return: AH = number of character columns
AL = display mode (see #00010 at AH=00h)
BH = active page (see AH=05h)
Notes: if mode was set with bit 7 set ("no blanking"), the returned mode will also have bit 7 set EGA, VGA, and UltraVision return either AL=03h (color) or AL=07h (monochrome) in all extended-row text modes HP 200LX returns AL=07h (monochrome) if mode was set to AL=21h and always 80 resp. 40 columns in all text modes regardless of current zoom setting (see AH=D0h) when using a Hercules Graphics Card, additional checks are necessary:
mode 05h: if WORD 0040h:0063h is 03B4h, may be in graphics page 1 (as set by DOSSHELL and other Microsoft software)
mode 06h: if WORD 0040h:0063h is 03B4h, may be in graphics page 0 (as set by DOSSHELL and other Microsoft software)
mode 07h: if BYTE 0040h:0065h bit 1 is set, Hercules card is in graphics mode, with bit 7 indicating the page (mode set by Hercules driver for Borland Turbo C) the Tandy 2000 BIOS is only documented as returning AL, not AH or BH
SeeAlso: AH=00h,AH=05h,AX=10F2h,AX=1130h,AX=CD04h,MEM 0040h:004Ah

INT 10 - VIDEO - SET SINGLE PALETTE REGISTER (PCjr,Tandy,EGA,MCGA,VGA)
AX = 1000h
BL = palette register number (00h-0Fh)
= attribute register number (undocumented) (see #00017)
BH = color or attribute register value
Return: nothing
Notes: on MCGA, only BX = 0712h is supported under UltraVision, the palette locking status (see AX=CD01h) determines the outcome
SeeAlso: AX=1002h,AX=1007h,AX=CD01h

(Table 00017)
Values for attribute register number:
10h attribute mode control register (should let BIOS control this)
11h overscan color register (see also AX=1001h)
12h color plane enable register (bits 3-0 enable corresponding text attribute bit)
13h horizontal PEL panning register
14h color select register

INT 10 - VIDEO - SET BORDER (OVERSCAN) COLOR (PCjr,Tandy,EGA,VGA)
AX = 1001h
BH = border color (00h-3Fh)
Return: nothing
BUG: the original IBM VGA BIOS incorrectly updates the parameter save area and places the border color at offset 11h of the palette table rather than offset 10h
Note: under UltraVision, the palette locking status (see AX=CD01h) determines the outcome
SeeAlso: AX=1002h,AX=1008h,AX=CD01h

INT 10 - VIDEO - SET ALL PALETTE REGISTERS (PCjr,Tandy,EGA,VGA)
AX = 1002h
ES:DX -> palette register list (see #00018)
BH = 00h to avoid problems on some adapters
Return: nothing
Note: under UltraVision, the palette locking status (see AX=CD01h) determines the outcome
SeeAlso: AX=1000h,AX=1001h,AX=1009h,AX=CD01h

Format of palette register list:

Offset	Size	Description (Table 00018)
00h	16 BYTEs	colors for palette registers 00h through 0Fh
10h	BYTE	border color

SeeAlso: #00461

INT 10 - VIDEO - GET INDIVIDUAL PALETTE REGISTER (VGA,UltraVision v2+)
AX = 1007h
BL = palette or attribute (undoc) register number (see #00017)
Return: BH = palette or attribute register value
Note: UltraVision v2+ supports this function even on color EGA systems in video modes 00h-03h, 10h, and 12h; direct programming of the palette registers will cause incorrect results because the EGA registers are write-only. To guard against older versions or unsupported video modes, programs which expect to use this function on EGA systems should set BH to FFh on entry.
SeeAlso: AX=1000h,AX=1009h

INT 10 - VIDEO - READ OVERSCAN (BORDER COLOR) REGISTER (VGA,UltraVision v2+)
AX = 1008h
Return: BH = border color (00h-3Fh)
Note: (see AX=1007h)
SeeAlso: AX=1001h

INT 10 - VIDEO - READ ALL PALETTE REGISTERS AND OVERSCAN REGISTER (VGA)
AX = 1009h
ES:DX -> 17-byte buffer for palette register list (see #00018)
Return: nothing
Note: UltraVision v2+ supports this function even on color EGA systems in video modes 00h-03h, 10h, and 12h; direct programming of the palette registers will cause incorrect results because the EGA registers are write-only. To guard

against older versions or unsupported video modes, programs which expect to use this function on EGA systems should set the ES:DX buffer to FFh before calling.
SeeAlso: AX=1002h,AX=1007h,AX=CD02h

INT 10 - VIDEO - GET VIDEO DAC COLOR-PAGE STATE (VGA)
AX = 101Ah
Return: BL = paging mode
00h four pages of 64
01h sixteen pages of 16
BH = current page
SeeAlso: AX=1013h

INT 10 - VIDEO - PERFORM GRAY-SCALE SUMMING (VGA/MCGA)
AX = 101Bh
BX = starting palette register
CX = number of registers to convert
Return: nothing
Desc: convert the RGB values of one or more palette registers such that the resulting values are grays with the same intensities as the original colors
SeeAlso: AH=12h/BL=33h

INT 11 - BIOS - GET EQUIPMENT LIST
Return: (E)AX = BIOS equipment list word (see #00226,#03215 at INT 4B"Tandy")
Note: since older BIOSes do not know of the existence of EAX, the high word of EAX should be cleared before this call if any of the high bits will be tested
SeeAlso: INT 4B"Tandy 2000",MEM 0040h:0010h

Bitfields for BIOS equipment list:

Bit(s)	Description (Table 00226)
0	floppy disk(s) installed (number specified by bits 7-6)
1	80x87 coprocessor installed
3-2	number of 16K banks of RAM on motherboard (PC only)
	number of 64K banks of RAM on motherboard (XT only)
2	pointing device installed (PS)
3	unused (PS)
5-4	initial video mode
	00 EGA, VGA, or PGA
	01 40x25 color
	10 80x25 color
	11 80x25 monochrome
7-6	number of floppies installed less 1 (if bit 0 set)
8	DMA support installed (PCjr, Tandy 1400LT)
	DMA support *not* installed (Tandy 1000's)
11-9	number of serial ports installed
12	game port installed
13	serial printer attached (PCjr)
	internal modem installed (PC/Convertible)
15-14	number of parallel ports installed
---Compaq, Dell, and many other 386/486 machines--	
23	page tables set so that Weitek coprocessor addressable in real mode
24	Weitek math coprocessor present
---Compaq Systempro---	
25	internal DMA parallel port available
26	IRQ for internal DMA parallel port (if bit 25 set)
	0 = IRQ5
	1 = IRQ7
28-27	parallel port DMA channel
	00 DMA channel 0
	01 DMA channel 0 ???
	10 reserved
	11 DMA channel 3

Notes: Some implementations of Remote (Initial) Program Loader (RPL/RIPL) don't set bit 0 to indicate a "virtual" floppy drive, although the RPL requires access to its memory image through a faked drive A:. This may have caused problems with releases of DOS 3.3x and earlier, which assumed A: and B: to be invalid drives then and would discard any attempts to access these drives.
Implementations of RPL should set bit 0 to indicate a "virtual" floppy. The IBM PC DOS 3.3x-2000 IBMBIO.COM contains two occurences of code sequences like:

```
INT 11h
JMP SHORT skip
DB 52h,50h,53h; "RPS"
skip: OR AX,1
TEST AX,1
```

While at the first glance this seems to be a bug since it just wastes memory and the condition is always true, this could well be a signature for an applyable patch to stop it from forcing AX bit 0 to be always on. MS-DOS IO.SYS does not contain these signatures, however.
BUGs: Some old BIOSes didn't properly report the count of floppy drives installed to the system. In newer systems INT 13h/AH=15h can be used to retrieve the number of floppy drives installed. Award BIOS v4.50G and v4.51PG erroneously set bit 0 even if there are floppy drives installed; use two calls to INT 13/AH=15h to determine whether any floppies are actually installed
SeeAlso: INT 12"BIOS",#03215 at INT 4B"Tandy 2000"

INT 12 - BIOS - GET MEMORY SIZE
Return: AX = kilobytes of contiguous memory starting at absolute address 00000h
Note: this call returns the contents of the word at 0040h:0013h; in PC and XT, this value is set from the switches on the motherboard
SeeAlso: INT 11"BIOS",INT 2F/AX=4A06h,INT 4C"Tandy 2000",MEM 0040h:0013h

INT 13 - DISK - RESET DISK SYSTEM
AH = 00h
DL = drive (if bit 7 is set both hard disks and floppy disks reset)
Return: AH = status (see #00234)
CF clear if successful (returned AH=00h)
CF set on error
Note: forces controller to recalibrate drive heads (seek to track 0) for PS/2 35SX, 35LS, 40SX and L40SX, as well as many other systems, both the master drive and the slave drive respond to the Reset function that is issued to either drive
SeeAlso: AH=0Dh,AH=11h,INT 21/AH=0Dh,INT 4D/AH=00h"TI Professional"
SeeAlso: INT 56"Tandy 2000",MEM 0040h:003Eh

INT 13 - DISK - GET STATUS OF LAST OPERATION
AH = 01h
DL = drive (bit 7 set for hard disk)
Return: CF clear if successful (returned status 00h)
CF set on error
AH = status of previous operation (see #00234)
Note: some BIOSes return the status in AL; the PS/2 Model 30/286 returns the status in both AH and AL
SeeAlso: AH=00h,INT 4D/AH=01h,MEM 0040h:0041h,MEM 0040h:0074h

(Table 00234)
Values for disk operation status:

00h	successful completion
01h	invalid function in AH or invalid parameter
02h	address mark not found
03h	disk write-protected
04h	sector not found/read error
05h	reset failed (hard disk)
05h	data did not verify correctly (TI Professional PC)
06h	disk changed (floppy)
07h	drive parameter activity failed (hard disk)
08h	DMA overrun
09h	data boundary error (attempted DMA across 64K boundary or >80h sectors)
0Ah	bad sector detected (hard disk)
0Bh	bad track detected (hard disk)
0Ch	unsupported track or invalid media
0Dh	invalid number of sectors on format (PS/2 hard disk)
0Eh	control data address mark detected (hard disk)
0Fh	DMA arbitration level out of range (hard disk)
10h	uncorrectable CRC or ECC error on read
11h	data ECC corrected (hard disk)
20h	controller failure
31h	no media in drive (IBM/MS INT 13 extensions)
32h	incorrect drive type stored in CMOS (Compaq)

40h seek failed
80h timeout (not ready)
AAh drive not ready (hard disk)
B0h volume not locked in drive (INT 13 extensions)
B1h volume locked in drive (INT 13 extensions)
B2h volume not removable (INT 13 extensions)
B3h volume in use (INT 13 extensions)
B4h lock count exceeded (INT 13 extensions)
B5h valid eject request failed (INT 13 extensions)
B6h volume present but read protected (INT 13 extensions)
BBh undefined error (hard disk)
CCh write fault (hard disk)
E0h status register error (hard disk)
FFh sense operation failed (hard disk)
SeeAlso: #M0022

INT 13 - DISK - READ SECTOR(S) INTO MEMORY
AH = 02h
AL = number of sectors to read (must be nonzero)
CH = low eight bits of cylinder number
CL = sector number 1-63 (bits 0-5)
high two bits of cylinder (bits 6-7, hard disk only)
DH = head number
DL = drive number (bit 7 set for hard disk)
ES:BX -> data buffer
Return: CF set on error
if AH = 11h (corrected ECC error), AL = burst length
CF clear if successful
AH = status (see #00234)
AL = number of sectors transferred (only valid if CF set for some BIOSes)
Notes: errors on a floppy may be due to the motor failing to spin up quickly enough; the read should be retried at least three times, resetting the disk with AH=00h between attempts most BIOSes support "multitrack" reads, where the value in AL exceeds the number of sectors remaining on the track, in which case any additional sectors are read beginning at sector 1 on the following head in the same cylinder; the MSDOS CONFIG.SYS command MULTITRACK (or the Novell DOS DEBLOCK=) can be used to force DOS to split disk accesses which would wrap across a track boundary into two separate calls the IBM AT BIOS and many other BIOSes use only the low four bits of DH (head number) since the WD-1003 controller which is the standard AT controller (and the controller that IDE emulates) only supports 16 heads AWARD AT BIOS and AMI 386sx BIOS have been extended to handle more than 1024 cylinders by placing bits 10 and 11 of the cylinder number into bits 6 and 7 of DH under Windows95, a volume must be locked (see INT 21/AX=440Dh/CX=084Bh) in order to perform direct accesses such as INT 13h reads and writes all versions of MS-DOS (including MS-DOS 7 [Windows 95]) have a bug which prevents booting on hard disks with 256 heads (FFh), so many modern BIOSes provide mappings with at most 255 (FEh) heads some cache drivers flush their buffers when detecting that DOS is bypassed by directly issuing INT 13h from applications. A dummy and can be used as one of several methods to force cache flushing for unknown caches (e.g. before rebooting).
BUGS: When reading from floppies, some AMI BIOSes (around 1990-1991) trash the byte following the data buffer, if it is not arranged to an even memory boundary. A workaround is to either make the buffer word aligned (which may also help to speed up things), or to add a dummy byte after the buffer. MS-DOS may leave interrupts disabled on return from this function. Apparently some BIOSes or intercepting resident software have bugs that may destroy DX on return or not properly set the Carry flag. At least some Microsoft software frames calls to this function with PUSH DX, STC, INT 13h, STI, POP DX. On the original IBM AT BIOS (1984/01/10) this function does not disable interrupts for harddisks (DL >= 80h). On these machines the MS-DOS/PC DOS IO.SYS/IBMBIO.COM installs a special filter to bypass the buggy code in the ROM (see CALL F000h:211Eh)
SeeAlso: AH=03h,AH=0Ah,AH=06h"V10DISK.SYS",AH=21h"PS/1",AH=42h"IBM"
SeeAlso: INT 21/AX=440Dh/CX=084Bh,INT 4D/AH=02h

INT 13 - DISK - WRITE DISK SECTOR(S)
AH = 03h
AL = number of sectors to write (must be nonzero)
CH = low eight bits of cylinder number
CL = sector number 1-63 (bits 0-5)
high two bits of cylinder (bits 6-7, hard disk only)
DH = head number
DL = drive number (bit 7 set for hard disk)
ES:BX -> data buffer
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status (see #00234)
AL = number of sectors transferred
(only valid if CF set for some BIOSes)
Notes: errors on a floppy may be due to the motor failing to spin up quickly enough; the write should be retried at least three times, resetting the disk with AH=00h between attempts most BIOSes support "multitrack" writes, where the value in AL exceeds the number of sectors remaining on the track, in which case any additional sectors are written beginning at sector 1 on the following head in the same cylinder; the CONFIG.SYS command MULTITRACK can be used to force DOS to split disk accesses which would wrap across a track boundary into two separate calls the IBM AT BIOS and many other BIOSes use only the low four bits of DH (head number) since the WD-1003 controller which is the standard AT controller (and the controller that IDE emulates) only supports 16 heads AWARD AT BIOS and AMI 386sx BIOS have been extended to handle more than 1024 cylinders by placing bits 10 and 11 of the cylinder number into bits 6 and 7 of DH under Windows95, an application must issue a physical volume lock on the drive via INT 21/AX=440Dh before it can successfully write to the disk with this function
SeeAlso: AH=02h,AH=0Bh,AH=07h"V10DISK.SYS",AH=22h"PS/1",AH=43h"IBM"
SeeAlso: INT 21/AX=440Dh"DOS 3.2+",INT 4D/AH=03h

INT 13 - DISK - VERIFY DISK SECTOR(S)
AH = 04h
AL = number of sectors to verify (must be nonzero)
CH = low eight bits of cylinder number
CL = sector number 1-63 (bits 0-5)
high two bits of cylinder (bits 6-7, hard disk only)
DH = head number
DL = drive number (bit 7 set for hard disk)
ES:BX -> data buffer (PC,XT,AT with BIOS prior to 1985/11/15)
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status (see #00234)
AL = number of sectors verified
Notes: errors on a floppy may be due to the motor failing to spin up quickly enough (timeout error 80h); the write should be retried at least three times, resetting the disk with AH=00h between attempts on floppys, the operation should also be retried on media change (06h) detection. this function does not compare the disk with memory, it merely checks whether the sector's stored CRC matches the data's actual CRC the IBM AT BIOS and many other BIOSes use only the low four bits of DH (head number) since the WD-1003 controller which is the standard AT controller (and the controller that IDE emulates) only supports 16 heads AWARD AT BIOS and AMI 386sx BIOS have been extended to handle more than 1024 cylinders by placing bits 10 and 11 of the cylinder number into bits 6 and 7 of DH
BUG: some Epson ROM BIOSes sometimes have problems properly handling this function. The workaround is to reset the disk (INT 13/AH=00h) before the call.
SeeAlso: AH=02h,AH=44h,INT 4D/AH=04h,INT 4D/AH=06h

INT 13 - FIXED DISK - FORMAT TRACK
AH = 05h
AL = interleave value (XT-type controllers only)
ES:BX -> 512-byte format buffer
the first 2*(sectors/track) bytes contain F,N for each sector
F = sector type
00h for good sector
20h to unassign from alternate location
40h to assign to alternate location
80h for bad sector
N = sector number
CH = cylinder number (bits 8,9 in high bits of CL)

CL = high bits of cylinder number (bits 7,6)
DH = head
DL = drive
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status code (see #00234)
Notes: AWARD AT BIOS and AMI 386sx BIOS have been extended to handle more than 1024 cylinders by placing bits 10 and 11 of the cylinder number into bits 6 and 7 of DH for XT-type controllers on an AT or higher, AH=0Fh should be called first the IBM AT BIOS and many other BIOSes use only the low four bits of DH (head number) since the WD-1003 controller which is the standard AT controller (and the controller that IDE emulates) only supports 16 heads not all controller support sector types 20h and 40h under Windows95, an application must issue a physical volume lock on the drive via INT 21/AX=440Dh before it can successfully write to the disk with this function
SeeAlso:
AH=05h"FLOPPY",AH=06h"FIXED",AH=07h"FIXED",AH=0Fh,AH=18h,AH=1Ah

INT 13 - FIXED DISK - FORMAT TRACK AND SET BAD SECTOR FLAGS (XT,PORT)
AH = 06h
AL = interleave value
CH = cylinder number (bits 8,9 in high bits of CL)
CL = sector number
DH = head
DL = drive
Return: AH = status code (see #00234)
Note: AWARD AT BIOS and AMI 386sx BIOS have been extended to handle more
than 1024 cylinders by placing bits 10 and 11 of the cylinder number into bits 6 and 7 of DH
SeeAlso: AH=05h"FIXED",AH=07h"FIXED"

INT 13 - FIXED DISK - FORMAT DRIVE STARTING AT GIVEN TRACK (XT,PORT)
AH = 07h
AL = interleave value (XT only)
ES:BX = 512-byte format buffer (see AH=05h)
CH = cylinder number (bits 8,9 in high bits of CL)
CL = sector number
DH = head
DL = drive
Return: AH = status code (see #00234)
Note: AWARD AT BIOS and AMI 386sx BIOS have been extended to handle more than 1024 cylinders by placing bits 10 and 11 of the cylinder number into bits 6 and 7 of DH
SeeAlso: AH=05h"FIXED",AH=06h"FIXED",AH=1Ah

INT 13 - DISK - GET DRIVE PARAMETERS (PC,XT286,CONV,PS,ESDI,SCSI)
AH = 08h
DL = drive (bit 7 set for hard disk)
ES:DI = 0000h:0000h to guard against BIOS bugs
Return: CF set on error
AH = status (07h) (see #00234)
CF clear if successful
AH = 00h
AL = 00h on at least some BIOSes
BL = drive type (AT/PS2 floppies only) (see #00242)
CH = low eight bits of maximum cylinder number
CL = maximum sector number (bits 5-0)
high two bits of maximum cylinder number (bits 7-6)
DH = maximum head number
DL = number of drives
ES:DI -> drive parameter table (floppies only)
Notes: may return successful even though specified drive is greater than the number of attached drives of that type (floppy/hard); check DL to ensure validity for systems predating the IBM AT, this call is only valid for hard disks, as it is implemented by the hard disk BIOS rather than the ROM BIOS the IBM ROM-BIOS returns the total number of hard disks attached to the system regardless of whether DL >= 80h on entry. Toshiba laptops with HardRAM return DL=02h when called with DL=80h, but fail on DL=81h. The BIOS data at 40h:75h correctly reports 01h. may indicate only two drives present even if more are attached; to ensure a correct count, one can use AH=15h to scan through possible drives Reportedly some Compaq BIOSes with more than one hard disk controller return only the number of drives DL attached to the corresponding controller as specified by the DL value on entry. However, on Compaq machines with "COMPAQ" signature at F000h:FFEAh, MS-DOS/PC DOS IO.SYS/IBMBIO.COM call INT 15/AX=E400h and INT 15/AX=E480h to enable Compaq "mode 2" before retrieving the count of hard disks installed in the system (DL) from this function. the maximum cylinder number reported in CX is usually two less than the total cylinder count reported in the fixed disk parameter table (see INT 41h,INT 46h) because early hard disks used the last cylinder for testing purposes; however, on some Zenith machines, the maximum cylinder number reportedly is three less than the count in the fixed disk parameter table. for BIOSes which reserve the last cylinder for testing purposes, the cylinder count is automatically decremented on PS/1s with IBM ROM DOS 4, nonexistent drives return CF clear, BX=CX=0000h, and ES:DI = 0000h:0000h machines with lost CMOS memory may return invalid data for floppy drives. In this situation CF is cleared, but AX,BX,CX,DX,DH,DI, and ES contain only 0. At least under some circumstances, MS-DOS/PC DOS IO.SYS/IBMBIO.COM just assumes a 360 KB floppy if it sees CH to be zero for a floppy. The PC-Tools PCFORMAT program requires that AL=00h before it will proceed with the formatting if this function fails, an alternative way to retrieve the number of floppy drives installed in the system is to call INT 11h. In fact, the MS-DOS/PC-DOS IO.SYS/IBMBIO.COM attempts to get the number of floppy drives installed from INT 13/AH=08h, when INT 11h AX bit 0 indicates there are no floppy drives installed. In addition to testing the CF flag, it only trusts the result when the number of sectors (CL preset to zero) is non-zero after the call.
BUGS: several different Compaq BIOSes incorrectly report high-numbered drives (such as 90h, B0h, D0h, and F0h) as present, giving them the same geometry as drive 80h; as a workaround, scan through disk numbers, stopping as soon as the number of valid drives encountered equals the value in 0040h:0075h a bug in Leading Edge 8088 BIOS 3.10 causes the DI,SI,BP,DS, and ES registers to be destroyed some Toshiba BIOSes (at least before 1995, maybe some laptops??? with 1.44 MB floppies) have a bug where they do not set the ES:DI vector even for floppy drives. Hence these registers should be preset with zero before the call and checked to be non-zero on return before using them. Also it seems these BIOSes can return wrong info in BL and CX, as S/DOS 1.0 can be configured to preset these registers as for an 1.44 MB floppy. The PS/2 Model 30 fails to reset the bus after INT 13/AH=08h and INT 13/AH=15h. A workaround is to monitor for these functions and perform a transparent INT 13/AH=01h status read afterwards. This will reset the bus. The MS-DOS 6.0 IO.SYS takes care of this by installing a special INT 13h interceptor for this purpose. AD-DOS may leave interrupts disabled on return from this function. Some Microsoft software explicitly sets STI after return.
SeeAlso: AH=06h"Adaptec",AH=13h"SyQuest",AH=48h,AH=15h,INT 1E
SeeAlso: INT 41"HARD DISK 0"

(Table 00242)
Values for diskette drive type:
01h 360K
02h 1.2M
03h 720K
04h 1.44M
05h ??? (reportedly an obscure drive type shipped on some IBM machines)
2.88M on some machines (at least AMI 486 BIOS)
06h 2.88M
10h ATAPI Removable Media Device

INT 13 - HARD DISK - INITIALIZE CONTROLLER WITH DRIVE PARAMETERS (AT,PS)
AH = 09h
DL = drive (80h for first, 81h for second)
Return: CF clear if successful
CF set on error
AH = status (see #00234)
Notes: on the PC and XT, this function uses the parameter table pointed at by INT 41 on the AT and later, this function uses the parameter table pointed at by INT 41 if DL=80h, and the parameter table pointed at by INT 46 if DL=81h
SeeAlso: INT 41"HARD DISK 0",INT 46"HARD DISK 1"

INT 13 - HARD DISK - READ LONG SECTOR(S) (AT and later)
AH = 0Ah
AL = number of sectors (01h may be only value supported)
CH = low eight bits of cylinder number
CL = sector number (bits 5-0)
high two bits of cylinder number (bits 7-6)
DH = head number
DL = drive number (80h = first, 81h = second)
ES:BX -> data buffer
Return: CF clear if successful
CF set on error
AH = status (see #00234)
AL = number of sectors transferred
Notes: this function reads in four to seven bytes of error-correcting code along with each sector's worth of information data errors are not automatically corrected, and the read is aborted after the first sector with an ECC error used for diagnostics only on PS/2 systems; IBM officially classifies this function as optional
BUG: on the original IBM AT BIOS (1984/01/10) this function does not disable
interrupts for harddisks (DL >= 80h). On these machines the MS-DOS/
PC DOS IO.SYS/IBMBIO.COM installs a special filter to bypass the buggy code in the ROM (see CALL F000h:211Eh)
SeeAlso: AH=02h,AH=0Bh,MEM 0040h:0074h

INT 13 - HARD DISK - WRITE LONG SECTOR(S) (AT and later)
AH = 0Bh
AL = number of sectors (01h may be only value supported)
CH = low eight bits of cylinder number
CL = sector number (bits 5-0)
high two bits of cylinder number (bits 7-6)
DH = head number
DL = drive number (80h = first, 81h = second)
ES:BX -> data buffer
Return: CF clear if successful
CF set on error
AH = status (see #00234)
AL = number of sectors transferred
Notes: each sector's worth of data must be followed by four to seven bytes of error-correction information used for diagnostics only on PS/2 systems; IBM officially classifies this function as optional
SeeAlso: AH=03h,AH=0Ah,MEM 0040h:0074h

INT 13 - HARD DISK - SEEK TO CYLINDER
AH = 0Ch
CH = low eight bits of cylinder number
CL = sector number (bits 5-0)
high two bits of cylinder number (bits 7-6)
DH = head number
DL = drive number (80h = first, 81h = second hard disk)
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status (see #00234)
SeeAlso: AH=00h,AH=02h,AH=0Ah,AH=47h

INT 13 - HARD DISK - RESET HARD DISKS
AH = 0Dh
DL = drive number (80h = first, 81h = second hard disk)
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status (see #00234)
Notes: reinitializes the hard disk controller, resets the specified drive's parameters, and recalibrates the drive's heads (seek to track 0) for PS/2 35SX, 35LS, 40SX and L40SX, as well as many other systems, both the master drive and the slave drive respond to the Reset function that is issued to either drive not for PS/2 ESDI drives
SeeAlso: AH=00h,INT 21/AH=0Dh

INT 13 - HARD DISK - READ SECTOR BUFFER (XT only)
AH = 0Eh
DL = drive number (80h = first, 81h = second hard disk)
ES:BX -> buffer
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status code (see #00234)
Notes: transfers controller's sector buffer. No data is read from the drive used for diagnostics only on PS/2 systems
SeeAlso: AH=0Ah

INT 13 - HARD DISK - WRITE SECTOR BUFFER (XT only)
AH = 0Fh
DL = drive number (80h = first, 81h = second hard disk)
ES:BX -> buffer
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status code (see #00234)
Notes: does not write data to the drive should be called before formatting to initialize an XT-type controller's sector buffer used for diagnostics only on PS/2 systems
SeeAlso: AH=0Bh

INT 13 - HARD DISK - CHECK IF DRIVE READY
AH = 10h
DL = drive number (80h = first, 81h = second hard disk)
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status (see #00234 at AH=01h)
SeeAlso: AH=11h

INT 13 - HARD DISK - RECALIBRATE DRIVE
AH = 11h
DL = drive number (80h = first, 81h = second hard disk)
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status (see #00234 at AH=01h)
Note: causes hard disk controller to seek the specified drive to cylinder 0
SeeAlso: AH=00h,AH=0Ch,AH=10h,AH=19h"FIXED DISK",MEM 0040h:003Eh

INT 13 - HARD DISK - CONTROLLER RAM DIAGNOSTIC (XT,PS)
AH = 12h
DL = drive number (80h = first, 81h = second hard disk)
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status code (see #00234 at AH=01h)
AL = 00h
SeeAlso: AH=13h,AH=14h

INT 13 - HARD DISK - DRIVE DIAGNOSTIC (XT,PS)
AH = 13h
DL = drive number (80h = first, 81h = second hard disk)
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status code (see #00234 at AH=01h)
AL = 00h
SeeAlso: AH=12h"HARD DISK",AH=14h"HARD DISK"

INT 13 - HARD DISK - CONTROLLER INTERNAL DIAGNOSTIC
AH = 14h
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status code (see #00234 at AH=01h)
AL = 00h
SeeAlso: AH=12h,AH=13h

INT 13 - DISK - GET DISK TYPE (XT 1986/1/10 or later,XT286,AT,PS)
AH = 15h
DL = drive number (bit 7 set for hard disk)
(AL = FFh, CX = FFFFh, see Note)
Return: CF clear if successful

AH = type code
00h no such drive
(SpeedStor) AL = 03h hard disk
CX:DX = number of 512-byte sectors
01h floppy without change-line support
02h floppy (or other removable drive) with change-line support
03h hard disk
CX:DX = number of 512-byte sectors
CF set on error
AH = status (see #00234 at AH=01h)
Note: SyQuest can report type 01h or 02h for 'hard disks', since its media is removable
BUGS: many versions of the Award 486 BIOS do not return the sector count because the BIOS exit code restores CX and DX to their original values after the function had already set them to correct values Some releases of PC Tools REBUILD preset CX=FFFFh and only trust the results if CH <= 2 on return (which would cut off drives > 16 Gb). Several different Compaq BIOSes incorrectly report high-numbered drives (such as 90h, B0h, D0h, and F0h) as present, giving them the same geometry as drive 80h; as a workaround, scan through disk numbers, stopping as soon as the number of valid drives encountered equals the value in 0040h:0075h the PS/2 Model 30 fails to reset the bus after INT 13/AH=08h and INT 13/AH=15h. A workaround is to monitor for these functions and perform a transparent INT 13/AH=01h status read afterwards. This will reset the bus. The MS-DOS 6.0 IO.SYS takes care of this by installing a special INT 13h interceptor for this purpose. Some releases of SpeedStor have a bug where it reports AX=0003h instead of correctly reporting AH=03h for hard disks. A possible workaround when testing for hard disks is to check for AH=03h and AX=0003h. In this case this function should be invoked with a bogus fixed value in AL, e.g. AL=FFh.
SeeAlso: AH=08h,AH=16h,AH=17h,AH=19h"SCSI",MEM 0040h:0075h

INT 13 - FLOPPY DISK - DETECT DISK CHANGE (XT 1986/1/10 or later,XT286,AT,PS)
AH = 16h
DL = drive number (00h-7Fh)
SI = 0000h (to avoid crash on AT&T 6300)
Return: CF clear if change line inactive
AH = 00h (disk not changed)
CF set if change line active
AH = status
01h invalid command (SyQuest)
06h change line active or not supported
80h drive not ready or not present
Notes: call AH=15h first to determine whether the drive supports a change line this call also clears the media-change status, so that a disk change is only reported once
BUGS: some versions of Award 386 Modular BIOS and AMI BIOS fail to clear the media-change status AT&T 6300 WGS systems crash if SI <> 0 on entry. some pre 1986/08/04 Compaq ROM BIOS have a serious bug where this function may re-configure a hard disk depending on what is located at ES:[BX] and data indexed to by it. MS-DOS/PC DOS IO.SYS/IBMBIO.COM install a special filter when they detect Compaq ROM BIOSes with earlier dates. Some Compaq 286 systems have a bug in all INT 13h functions >= 16h, which causes the byte at DS:0074h to be destroyed when called for hard disks (DL >= 80h). MS-DOS/PC DOS IO.SYS/IBMBIO.COM performs a test on this bug using this sub-function, and if found installs a special filter which points DS into ROM, so that it cannot cause any harm. some drives (or controllers???) forget the change line status if another drive is accessed afterwards. The DOS BIOS takes care of this by not relying on the reported change line status when the change line is not active and a different drive is accessed, instead it reports "don't know" to the DOS kernel.
SeeAlso: AH=15h,AH=49h

INT 13 - FLOPPY DISK - SET DISK TYPE FOR FORMAT (AT,PS)
AH = 17h
AL = format type
01h = 320/360K disk in 360K drive
02h = 320/360K disk in 1.2M drive
03h = 1.2M disk in 1.2M drive
04h = 720K disk in 720K or 1.44M drive
DL = drive number
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status (see #00234 at AH=01h)
Note: this function does not handle 1.44M drives; use AH=18h instead
SeeAlso: AH=15h,AH=18h

INT 13 - DISK - SET MEDIA TYPE FOR FORMAT (AT model 3x9,XT2,XT286,PS)
AH = 18h
DL = drive number
CH = lower 8 bits of highest cylinder number (number of cylinders - 1)
CL = sectors per track (bits 0-5)
top 2 bits of highest cylinder number (bits 6,7)
Return: AH = status
00h requested combination supported
01h function not available
0Ch not supported or drive type unknown
80h there is no disk in the drive
ES:DI -> 11-byte parameter table (see #01264 at INT 1E)
Note: this function does not set the INT 1E vector to point at the returned parameter table; it is the caller's responsibility to do so
SeeAlso: AH=05h,AH=07h,AH=17h,INT 1E

INT 13 - FIXED DISK - PARK HEADS ON ESDI DRIVE (XT286,PS)
AH = 19h
DL = drive
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status (see #00234 at AH=01h)
SeeAlso: AH=11h

INT 13 - ESDI FIXED DISK - FORMAT UNIT (PS)
AH = 1Ah
AL = defect table entry count
CL = format modifiers (see #00250)
DL = drive (80h,81h)
ES:BX -> defect table (see #00251), ignored if AL=00h
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status (see #00234 at AH=01h)
Note: if periodic interrupt selected, INT 15/AH=0Fh is called after each cylinder is formatted
SeeAlso: AH=07h,INT 15/AH=0Fh

Bitfields for ESDI format modifiers:

Bit(s)	Description (Table 00250)
4	generate periodic interrupt
3	perform surface analysis
2	update secondary defect map
1	ignore secondary defect map
0	ignore primary defect map

Format of defect table entry [array]:

Offset	Size	Description (Table 00251)
00h	3 BYTEs	relative sector address (little-endian)
03h	BYTE	flags and defect count
		bit 7: last logical sector on track
		bit 6: first logical sector on track
		bit 5: last logical sector on cylinder
		bit 4: logical sectors are pushed onto next track
		bits 3-0: number of defects pushed from previous cylinder

INT 14 - SERIAL - INITIALIZE PORT
AH = 00h
AL = port parameters (see #00300)
DX = port number (00h-03h) (04h-43h for Digiboard XAPCM232.SYS)
Return: AH = line status (see #00304)
FFh if error on Digiboard XAPCM232.SYS

AL = modem status (see #00305)
Notes: default handler is at F000h:E739h in IBM PC and 100% compatible BIOSes since the PCjr supports a maximum of 4800 bps, attempting to set 9600 bps will result in 4800 bps various network and serial-port drivers support the standard BIOS functions with interrupt-driven I/O instead of the BIOS's polled I/O the 1993/04/08 Compaq system ROM uses only the low two bits of DX the default setting used by DOS (MS-DOS 6, DR-DOS 7.03, PTS-DOS) when (re-)initializing the serial devices is AL=A3h (2400 bps, no parity, 1 stop bit, 8 data bits).
SeeAlso: AH=04h"SERIAL",AH=04h"MultiDOS",AH=05h"SERIAL",AH=57h
SeeAlso: AX=8000h"ARTICOM",AH=81h"COMM-DRV",AH=82h"COURIERS",AH=8Ch
SeeAlso: MEM 0040h:0000h,PORT 03F8h"Serial"

Bitfields for serial port parameters:

Bit(s)	Description (Table 00300)
7-5	data rate (110,150,300,600,1200,2400,4800,9600 bps)
4-3	parity (00 or 10 = none, 01 = odd, 11 = even)
2	stop bits (set = 2, clear = 1)
1-0	data bits (00 = 5, 01 = 6, 10 = 7, 11 = 8)

SeeAlso: #00302,#00307,#00308,#00309

INT 14 - SERIAL - WRITE CHARACTER TO PORT
AH = 01h
AL = character to write
DX = port number (00h-03h) (04h-43h for Digiboard XAPCM232.SYS)
Return: AH bit 7 clear if successful
AH bit 7 set on error
AH bits 6-0 = port status (see #00304)
Notes: various network and serial-port drivers support the standard BIOS functions with interrupt-driven I/O instead of the BIOS's polled I/O the 1993/04/08 Compaq system ROM uses only the low two bits of DX
SeeAlso: AH=02h,AH=0Bh"FOSSIL",AX=8000h"ARTICOM",AH=89h,MEM 0040h:007Ch

INT 14 - SERIAL - READ CHARACTER FROM PORT
AH = 02h
AL = 00h (ArtiCom)
DX = port number (00h-03h (04h-43h for Digiboard XAPCM232.SYS))
Return: AH = line status (see #00304)
AL = received character if AH bit 7 clear
Notes: will timeout if DSR is not asserted, even if function 03h returns data ready various network and serial-port drivers support the standard BIOS functions with interrupt-driven I/O instead of the BIOS's polled I/O the 1993/04/08 Compaq system ROM uses only the low two bits of DX
SeeAlso: AH=01h,AH=02h"FOSSIL",AH=84h,AH=FCh

INT 14 - SERIAL - GET PORT STATUS
AH = 03h
AL = 00h (ArtiCom)
DX = port number (00h-03h) (04h-43h for Digiboard XAPCM232.SYS)
Return: AH = line status (see #00304)
AL = modem status (see #00305)
AX = 9E00h if disconnected (ArtiCom)
Note: the 1993/04/08 Compaq system ROM uses only the low two bits of DX
SeeAlso: AH=00h,AH=07h"MultiDOS",AX=8000h"ARTICOM",AH=81h"COURIERS",AX=FD02h

Bitfields for serial line status:

Bit(s)	Description (Table 00304)
7	timeout
6	transmit shift register empty
5	transmit holding register empty
4	break detected
3	framing error
2	parity error
1	overrun error
0	receive data ready

Note: for COMM-DRV, if bit 7 is set, an error occurred, and may be retrieved through a separate call (see AX=8000h"COMM-DRV")

Bitfields for modem status:

Bit(s)	Description (Table 00305)
7	carrier detect
6	ring indicator
5	data set ready
4	clear to send
3	delta carrier detect
2	trailing edge of ring indicator
1	delta data set ready
0	delta clear to send

INT 14 - SERIAL - EXTENDED INITIALIZE (CONVERTIBLE,PS)
AH = 04h
AL = break status
00h if break
01h if no break
BH = parity (see #00307)
BL = number of stop bits
00h one stop bit
01h two stop bits (1.5 if 5 bit word length)
CH = word length (see #00308)
CL = bps rate (see #00309)
DX = port number
Return: AX = port status code (see #00304,#00305)
SeeAlso: AH=00h,AH=1Eh,AX=8000h"ARTICOM"

(Table 00307)
Values for serial port parity:

00h	no parity
01h	odd parity
02h	even parity
03h	stick parity odd
04h	stick parity even

SeeAlso: #00300,#00308,#00309,#00310

(Table 00308)
Values for serial port word length:

00h	5 bits
01h	6 bits
02h	7 bits
03h	8 bits

SeeAlso: #00300,#00307,#00309,#00345

(Table 00309)
Values for serial port bps rate:

00h	110 (19200 if ComShare installed)
01h	150 (38400 if ComShare installed)
02h	300
03h	600 (14400 if ComShare installed)
04h	1200
05h	2400
06h	4800 (28800 if ComShare installed)
07h	9600
08h	19200
---ComShare---	
09h	38400
0Ah	57600
0Bh	115200

SeeAlso: #00300,#00307,#00309,#00346,#00353,AH=36h,#00364,#00606,#02923

INT 14 - SERIAL - EXTENDED COMMUNICATION PORT CONTROL (CONVERTIBLE,PS)
AH = 05h
AL = function
00h read modem control register
Return: BL = modem control register (see #00334)
AH = status

01h write modem control register
BL = modem control register (see #00334)
Return: AX = status
DX = port number
Note: also supported by ArtiCom
SeeAlso: AH=00h,AH=1Fh,AX=8000h"ARTICOM",AH=FBh

Bitfields for modem control register:
Bit(s) Description (Table 00334)
0 data terminal ready
1 request to send
2 OUT1
3 OUT2
4 LOOP
5-7 reserved

INT 15 C - KEYBOARD - KEYBOARD INTERCEPT (AT model 3x9,XT2,XT286,CONV,PS)
AH = 4Fh
AL = hardware scan code (see #00006)
CF set
Return: CF set to continue processing scan code
AL = possibly-altered hardware scan code (see #00006)
CF clear
scan code should be ignored
Notes: called by INT 09 handler to translate scan codes; the INT 09 code does not examine the scan code it reads from the keyboard until after this function returns. This permits software to rearrange the keyboard; for example, swapping the CapsLock and Control keys, or turning the right Shift key into Enter. DOS 6 KEYB.COM will not pass through this function if Ctrl-Alt-Del is pressed and a SmartDrive v4- compatible cache is installed which has dirty cache buffers; some other disk caches such as HyperDisk operate similarly in order to prevent loss of cached data which has not yet been written to disk IBM classifies this function as required
SeeAlso: INT 09,INT 15/AH=C0h

INT 15 C - OS HOOK - DEVICE OPEN (AT,XT286,PS)
AH = 80h
BX = device ID
CX = process ID
CF clear
Return: CF clear if successful
AH = 00h
CF set on error
AH = status (see #00496)
Note: this function should be hooked by a multitasker which wishes to keep track of device ownership; the default BIOS handler merely returns successfully
SeeAlso: AH=81h,AH=82h

(Table 00496)
Values for status:
80h invalid command (PC,PCjr)
86h function not supported (XT)

INT 15 C - OS HOOK - DEVICE CLOSE
AH = 81h
BX = device ID
CX = process ID
CF clear
Return: CF clear if successful
AH = 00h
CF set on error
AH = status (see #00496)
Note: this function should be hooked by a multitasker which wishes to keep track of device ownership; the default BIOS handler merely returns successfully
SeeAlso: AH=80h,AH=82h

INT 15 C - OS HOOK - PROGRAM TERMINATION
AH = 82h
BX = process ID
CF clear
Return: CF clear if successful
AH = 00h
CF set on error
AH = status (see #00496)
Notes: closes all devices opened by the given process ID with function 80h this function should be hooked by a multitasker which wishes to keep track of device ownership; the default BIOS handler merely returns successfully
SeeAlso: AH=80h,AH=81h

INT 15 - BIOS - JOYSTICK SUPPORT (XT after 1982/11/8,AT,XT286,PS)
AH = 84h
DX = subfunction
0000h read joystick switches
Return: AL bits 7-4 = switch settings
0001h read positions of joysticks
Return: AX = X position of joystick A
BX = Y position of joystick A
CX = X position of joystick B
DX = Y position of joystick B
Return: CF set on error
AH = status (see #00496)
CF clear if successful
Notes: if no game port is installed, subfunction 0000h returns AL=00h (all switches open) and subfunction 0001h returns AX=BX=CX=DX=0000h a 250kOhm joystick typically returns 0000h-01A0h
SeeAlso: AH=84h"V20-XT-BIOS"

INT 15 - BIOS - WAIT (AT,PS)
AH = 86h
CX:DX = interval in microseconds
Return: CF clear if successful (wait interval elapsed)
CF set on error or AH=83h wait already in progress
AH = status (see #00496)
Note: the resolution of the wait period is 977 microseconds on many systems because many BIOSes use the 1/1024 second fast interrupt from the AT real-time clock chip which is available on INT 70; because newer BIOSes may have much more precise timers available, it is not possible to use this function accurately for very short delays unless the precise behavior of the BIOS is known (or found through testing)
SeeAlso: AH=41h,AH=83h,INT 1A/AX=FF01h,INT 70

INT 15 - SYSTEM - COPY EXTENDED MEMORY
AH = 87h
CX = number of words to copy (max 8000h)
ES:SI -> global descriptor table (see #00499)
Return: CF set on error
CF clear if successful
AH = status (see #00498)
Notes: copy is done in protected mode with interrupts disabled by the default BIOS handler; many 386 memory managers perform the copy with interrupts enabled on the PS/2 30-286 & "Tortuga" this function does not use the port 92h for A20 control, but instead uses the keyboard controller (8042). Reportedly this may cause the system to crash when access to the 8042 is disabled in password server mode (see also PORT 0064h,#P0398) this function is incompatible with the OS/2 compatibility box
SeeAlso: AH=88h,AH=89h,INT 1F/AH=90h

(Table 00498)
Values for extended-memory copy status:
00h source copied into destination
01h parity error
02h interrupt error
03h address line 20 gating failed
80h invalid command (PC,PCjr)
86h unsupported function (XT,PS30)

Format of global descriptor table:
Offset Size Description (Table 00499)
00h 16 BYTEs zeros (used by BIOS)

10h	WORD	source segment length in bytes (2*CX-1 or greater)
12h	3 BYTEs	24-bit linear source address, low byte first
15h	BYTE	source segment access rights (93h)
16h	WORD	(286) zero
		(386+) extended access rights and high byte of source address
18h	WORD	destination segment length in bytes (2*CX-1 or greater)
1Ah	3 BYTEs	24-bit linear destination address, low byte first
1Dh	BYTE	destination segment access rights (93h)
1Eh	WORD	(286) zero
		(386+) extended access rights and high byte of destin. address
20h	16 BYTEs	zeros (used by BIOS to build CS and SS descriptors)

INT 15 - SYSTEM - GET EXTENDED MEMORY SIZE (286+)
AH = 88h
Return: CF clear if successful
AX = number of contiguous KB starting at absolute address 100000h
CF set on error
AH = status
80h invalid command (PC,PCjr)
86h unsupported function (XT,PS30)
Notes: TSRs which wish to allocate extended memory to themselves often hook this call, and return a reduced memory size.They are then free to use the memory between the new and old sizes at will. the standard BIOS only returns memory between 1MB and 16MB; use AH=C7h for memory beyond 16MB not all BIOSes correctly return the carry flag, making this call unreliable unless one first checks whether it is supported through a mechanism other than calling the function and testing CF Due to applications not dealing with more than 24-bit descriptors (286), Windows 3.0 has problems when this function reports more than 15 MB. Some releases of HIMEM.SYS are therefore limited to use only 15 MB, even when this function reports more.
SeeAlso: AH=87h,AH=8Ah"Phoenix",AH=C7h,AX=DA88h,AX=E801h,AX=E820h

INT 15 - SYSTEM - SWITCH TO PROTECTED MODE
AH = 89h
BL = interrupt number of IRQ0 (IRQ1-7 use next 7 interrupts)
BH = interrupt number of IRQ8 (IRQ9-F use next 7 interrupts)
ES:SI -> GDT for protected mode (see #00500)
Return: CF set on error
AH = FFh error enabling address line 20
CF clear if successful
AH = 00h
in protected mode at specified address
BP may be destroyed; all segment registers change
Notes: BL and BH must be multiples of 8 the protected-mode CS must reference the same memory as the CS this function is called from because execution continues with the address following the interrupt call
SeeAlso: AH=87h,AH=88h,INT 67/AX=DE0Ch

Format of BIOS switch-to-protected-mode Global Descriptor Table:

Offset	Size	Description (Table 00500)
00h	8 BYTEs	null descriptor (initialize to zeros)
08h	8 BYTEs	GDT descriptor (see #00501)
10h	8 BYTEs	IDT descriptor
18h	8 BYTEs	DS descriptor
20h	8 BYTEs	ES
28h	8 BYTEs	SS
30h	8 BYTEs	CS
38h	8 BYTEs	uninitialized, used to build descriptor for BIOS CS

Format of segment descriptor table entry:

Offset	Size	Description (Table 00501)
00h	WORD	segment limit, low word
02h	3 BYTEs	segment base address, low 24 bits
05h	BYTE	access mode (see #00502)
06h	BYTE	386+ extended access mode (see #00505)
07h	BYTE	386+ segment base address, high 8 bits

SeeAlso: #00500,INT 2C/AX=0002h,INT 31/AX=0009h

Bitfields for segment descriptor table access mode field:

Bit(s)	Description (Table 00502)
3-0	segment type (see #00503,#00504)
4	descriptor type (1 = application, 0 = system)
6-5	descriptor privilege level
7	segment is present in RAM

SeeAlso: #00501,#00505

(Table 00503)
Values for system segment descriptor type:

0	reserved
1	available 16-bit TSS
2	LDT
3	busy 16-bit TSS
4	16-bit call gate
5	task gate
6	16-bit interrupt gate
7	16-bit trap gate
8	reserved
9	available 32-bit TSS
10	reserved
11	busy 32-bit TSS
12	32-bit call gate
13	reserved
14	32-bit interrupt gate
15	32-bit trap gate

SeeAlso: #00502,#00504

Bitfields for application segment descriptor type:

Bit(s)	Description (Table 00504)
3	code/data
	0 date
	1 code
---data segments---	
2	expand down
1	writeable
---code segments---	
2	conforming
1	readable

0	accessed

SeeAlso: #00502,#00503

Bitfields for 386+ segment descriptor table extended access mode field:

Bit(s)	Description (Table 00505)
3-0	high 4 bits of segment limit
4	available
5	reserved (0)
6	default operation size (1 = 32 bits, 0 = 16 bits)
7	granularity (1 = 4K, 0 = byte)

SeeAlso: #00501,#00502,#02557

INT 15 - OS HOOK - DEVICE BUSY (AT,PS)
AH = 90h
AL = device type (see #00507)
ES:BX -> request block for type codes 80h through BFh
CF clear
Return: CF set if wait time satisfied
CF clear if driver must perform wait
AH = 00h
Notes: type codes are allocated as follows:
00-7F non-reentrant devices; OS must arbitrate access
80-BF reentrant devices; ES:BX points to a unique control block
C0-FF wait-only calls, no complementary INT 15/AH=91h call
floppy and hard disk BIOS code uses this call to implement a timeout; for device types 00h and 01h, a return of CF set means that the timeout expired before the disk responded. this function should be hooked by a multitasker to allow other tasks to execute while the BIOS is waiting for I/O completion; the default handler merely returns with AH=00h and CF clear

SeeAlso: AH=91h,INT 13/AH=00h,INT 17/AH=00h,INT 1A/AH=83h

(Table 00507)
Values for device type:

00h	disk
01h	diskette
02h	keyboard
03h	PS/2 pointing device
21h	waiting for keyboard input (Phoenix BIOS)
80h	network
FBh	digital sound (Tandy)
FCh	disk reset (PS)
FDh	diskette motor start
FEh	printer

INT 15 - SYSTEM - GET CONFIGURATION (XT >1986/1/10,AT mdl 3x9,CONV,XT286,PS)
AH = C0h
Return: CF set if BIOS doesn't support call
CF clear on success
ES:BX -> ROM table (see #00509)
AH = status
00h successful
The PC XT (since 1986/01/10), PC AT (since 1985/06/10), the
PC XT Model 286, the PC Convertible and most PS/2 machines
will clear the CF flag and return the table in ES:BX.
80h unsupported function
The PC and PCjr return AH=80h/CF set
86h unsupported function
The PC XT (1982/11/08), PC Portable, PC AT (1984/01/10),
or PS/2 prior to Model 30 return AH=86h/CF set
Notes: the 1986/1/10 XT BIOS returns an incorrect value for the feature byte the configuration table is at F000h:E6F5h in 100% compatible BIOSes Dell machines contain the signature "DELL" or "Dell" at absolute FE076h and a model byte at absolute address FE845h (see #00516) Hewlett-Packard machines contain the signature "HP" at F000h:00F8h and a product identifier at F000h:00FAh (see #00519) Compaq machines can be identified by the signature string "COMPAQ" at F000h:FFEAh, and is preceded by additional information (see #00517) Tandy 1000 machines contain 21h in the byte at F000h:C000h and FFh in the byte at FFFFh:000Eh; Tandy 1000SL/TL machines only provide the first three data bytes (model/submodel/revision) in the returned table the ID at F000h:C000h is used by some Microsoft software before trusting the floppy flags bits 1 and 0 at 0040h:00B5h. the Wang PC contains the signature "WANG" at FC00h:0000h. This is used by Peter Reilley's portable binary editor and viewer BEAV to detect a Wang PC. Toshiba laptops contain the signature "TOSHIBA" at FE010h as part of a laptop information record at F000h:E000h (see #00520) some AST machines contain the string "COPYRIGHT AST RESEARCH" one byte past the end of the configuration table the Phoenix 386 BIOS contains a second version and date string (presumably the last modification for that OEM version) beginning at F000h:FFD8h, with each byte doubled (so that both ROM chips contain the complete information)
SeeAlso: AH=C7h,AH=C9h,AX=D100h,AX=D103h

Format of ROM configuration table:

Offset	Size	Description (Table 00509)
00h	WORD	number of bytes following
02h	BYTE	model (see #00515)
03h	BYTE	submodel (see #00515)
04h	BYTE	BIOS revision: 0 for first release, 1 for 2nd, etc.
05h	BYTE	feature byte 1 (see #00510)
06h	BYTE	feature byte 2 (see #00511)
07h	BYTE	feature byte 3 (see #00512)
08h	BYTE	feature byte 4 (see #00513)
09h	BYTE	feature byte 5 (see #00514)
		??? (08h) (Phoenix 386 v1.10)
		??? (0Fh) (Phoenix 486 v1.03 PCI)
---AWARD BIOS---		
0Ah	N BYTEs	AWARD copyright notice
---Phoenix BIOS---		
0Ah	BYTE	??? (00h)
0Bh	BYTE	major version
0Ch	BYTE	minor version (BCD)
0Dh	4 BYTEs	ASCIZ string "PTL" (Phoenix Technologies Ltd)
		also on Phoenix Cascade BIOS
---Quadram Quad386---		
0Ah	17 BYTEs	ASCII signature string "Quadram Quad386XT"
---Toshiba (Satellite Pro 435CDS at least)---		
0Ah	7 BYTEs	signature "TOSHIBA"
11h	BYTE	??? (8h)
12h	BYTE	??? (E7h) product ID??? (guess)
13h	3 BYTEs	"JPN"

Bitfields for feature byte 1:

Bit(s)	Description (Table 00510)
7	DMA channel 3 used by hard disk BIOS
6	2nd interrupt controller (8259) installed
5	Real-Time Clock installed
4	INT 15/AH=4Fh called upon INT 09h
3	wait for external event (INT 15/AH=41h) supported
2	extended BIOS area allocated (usually at top of RAM)
1	bus is Micro Channel instead of ISA
0	system has dual bus (Micro Channel + ISA)

SeeAlso: #00509,#00511

Bitfields for feature byte 2:

Bit(s)	Description (Table 00511)
7	32-bit DMA supported
6	INT 16/AH=09h (keyboard functionality) supported (see #00585)
5	INT 15/AH=C6h (get POS data) supported
4	INT 15/AH=C7h (return memory map info) supported
3	INT 15/AH=C8h (en/disable CPU functions) supported
2	non-8042 keyboard controller
1	data streaming supported
0	reserved

SeeAlso: #00509,#00512,AH=C6h,AH=C7h,AH=C8h,INT 16/AH=09h

Bitfields for feature byte 3:

Bit(s)	Description (Table 00512)
7	not used
6-5	reserved
4	POST supports ROM-to-RAM enable/disable
3	SCSI subsystem supported on system board
2	information panel installed
1	IML (Initial Machine Load) system (BIOS loaded from disk)
0	SCSI supported in IML

SeeAlso: #00509,#00511,#00512

Bitfields for feature byte 4:

Bit(s)	Description (Table 00513)
7	IBM "private" (set on N51SX, CL57SX)
6	system has EEPROM
5-3	ABIOS presence
	001 not supported
	010 supported in ROM
	011 supported in RAM (must be loaded)
2	"private"
1	system supports memory split at/above 16M
0	POSTEXT directly supported by POST

SeeAlso: #00509,#00512,#00514

Bitfields for feature byte 5 (IBM):

Bit(s)	Description (Table 00514)
7-5	IBM "private"
4-2	reserved
1	system has enhanced mouse mode
0	flash EPROM

SeeAlso: #00509,#00513

(Table 00515)
Values for model/submodel/revision:

Model	Submdl	Rev	BIOS date	System
FFh	*	*	04/24/81	PC (original)
FFh	*	*	10/19/81	PC (some bugfixes)
FFh	*	*	10/27/82	PC (HD, 640K, EGA support)
FFh	00h	rev	???	Tandy 1000SL
FFh	01h	rev	???	Tandy 1000TL
FFh	46h	***	???	Olivetti M15
FEh	*	*	08/16/82	PC XT
FEh	*	*	11/08/82	PC XT and Portable
FEh	*	*	../..x..	Toshiba laptops up to ~1987 ("x"=product ID) (see #00521)
FEh	00h	*** *	???	Olivetti M19
FEh	43h	***	???	Olivetti M240
FEh	A6h	???	???	Quadram Quad386
FDh	*	*	06/01/83	PCjr
FCh	*	*	01/10/84	AT models 068,099 6 MHz 20MB
FCh	*	*	02/25/93	Linux DOSEMU (all versions)
FCh	00h	00h	???	PC3270/AT
FCh	00h	01h	06/10/85	AT model 239 6 MHz 30MB
FCh	00h	> 01h	???	7531/2 Industrial AT
FCh	01h	00h	11/15/85	AT models 319,339 8 MHz, Enh Keyb, 3.5"
FCh	01h	00h	09/17/87	Tandy 3000
FCh	01h	00h	../..x..	Toshiba laptops since ~1988 ("x"=product ID) (see #00521)
FCh	01h	00h	03/08/93	Compaq DESKPRO/i
FCh	01h	00h	various	Compaq DESKPRO, SystemPro, ProSignia
FCh	01h	00h	07/20/93	Zenith Z-Lite 425L
FCh	01h	00h	04/09/90	AMI BIOS
FCh	01h	20h	06/10/92	AST
FCh	01h	30h	???	Tandy 3000NL
FCh	01h	???	???	Compaq 286/386
FCh	02h	00h	04/21/86	PC XT-286
FCh	02h	00h	various	Compaq LTE Lite
FCh	02h	00h	08/05/93	Compaq Contura 486/486c/486cx
FCh	02h	00h	08/11/88	SoftWindows 1.0.1 (Power Macintosh)
FCh	04h	00h	02/13/87	** PS/2 Model 50 (10 MHz/1 ws 286)
FCh	04h	01h	05/09/87	PS/2 Model 50 (10 Mhz 286, LW-type 32)
FCh	04h	02h	???	PS/2 Model 50
FCh	04h	02h	01/28/88	PS/2 Model 50Z (10 Mhz 286, LW-type 33)
FCh	04h	03h	04/18/88	PS/2 Model 50Z (10 MHz/0 ws 286)
FCh	04h	04h	???	PS/2 Model 50Z
FCh	05h	00h	02/13/87	** PS/2 Model 60 (10 MHz 286)
FCh	06h	00h	???	IBM 7552-140 "Gearbox"
FCh	06h	01h	???	IBM 7552-540 "Gearbox"
FCh	08h	***	???	Epson, unknown model
FCh	08h	00h	???	PS/2 Model 25/286
FCh	09h	00h	???	PS/2 Model 25 (10 MHz 286)
FCh	09h	00h	08/25/88	PS/2 Model 30 286 (10 Mhz, LW-type 37)
FCh	09h	02h	06/28/89	PS/2 Model 30-286
FCh	09h	02h	06/28/89	PS/2 Model 25 286 (10 Mhz, LW-type 37)
FCh	0Bh	00h	12/01/89	PS/1 (LW-Type 44)
FCh	0Bh	00h	02/16/90	PS/1 Model 2011 (10 MHz 286)
FCh	20h	00h	02/18/93	Compaq ProLinea
FCh	25h	09h	12/07/91	PS/2 Model 56 SLC (20 MHz 386SLC)
FCh	30h	***	???	Epson, unknown model
FCh	31h	***	???	Epson, unknown model
FCh	33h	***	???	Epson, unknown model
FCh	42h	***	???	Olivetti M280
FCh	45h	***	???	Olivetti M380 (XP 1, XP3, XP 5)
FCh	48h	***	???	Olivetti M290
FCh	4Fh	***	???	Olivetti M250
FCh	50h	***	???	Olivetti M380 (XP 7)
FCh	51h	***	???	Olivetti PCS286
FCh	52h	***	???	Olivetti M300
FCh	81h	00h	01/15/88	Phoenix 386 BIOS v1.10 10a
FCh	81h	01h	???	"OEM machine"
FCh	82h	01h	???	"OEM machine"
FCh	94h	00h	???	Zenith 386
FBh	00h	01h	01/10/86	PC XT-089, Enh Keyb, 3.5" support
FBh	00h	01h	05/13/94	HP 200LX 2MB BIOS 1.01 A D german
FBh	00h	02h	05/09/86	PC XT
FBh	00h	04h	08/19/93	HP 100LX 1MB BIOS 1.04 A
FBh	4Ch	***	???	Olivetti M200
FAh	00h	00h	09/02/86	PS/2 Model 30 (8 MHz 8086)
FAh	00h	01h	12/12/86	PS/2 Model 30
FAh	00h	02h	02/05/87	PS/2 Model 30
FAh	01h	00h	06/26/87	PS/2 Model 25/25L (8 MHz 8086)
FAh	30h	00h	???	IBM Restaurant Terminal
FAh	4Eh	***	???	Olivetti M111
FAh	FEh	00h	???	IBM PCradio 9075
F9h	00h	00h	09/13/85	PC Convertible
F9h	FFh	00h	???	PC Convertible
F8h	00h	00h	03/30/87	** PS/2 Model 80 (16MHz 386)
F8h	00h	00h	???	PS/2 Model 75 486 (33Mhz 486)
F8h	01h	00h	10/07/87	PS/2 Model 80 (20MHz 386)
F8h	02h	00h	???	PS/2 Model 55-5571
F8h	04h	00h	01/29/88	PS/2 Model 70 (20 Mhz 386DX,LW-type 33)
F8h	04h	02h	04/11/88	PS/2 Model 70 20MHz, type 2 system brd
F8h	04h	03h	03/17/89	PS/2 Model 70 20MHz, type 2 system brd
F8h	05h	00h	???	IBM PC 7568
F8h	06h	00h	???	PS/2 Model 55-5571
F8h	07h	00h	???	IBM PC 7561/2
F8h	07h	01h	???	PS/2 Model 55-5551
F8h	07h	02h	???	IBM PC 7561/2
F8h	07h	03h	???	PS/2 Model 55-5551
F8h	09h	00h	01/29/88	PS/2 Model 70 16MHz 386DX, type 1 sysbd
F8h	09h	02h	04/11/88	PS/2 Model 70 some models
F8h	09h	03h	03/17/89	PS/2 Model 70 some models
F8h	09h	04h	12/15/89	PS/2 Model 70 (16 Mhz 386, LW-type 33)
F8h	0Bh	00h	01/18/89	PS/2 Model P70 (8573-121) typ 2 sys brd
F8h	0Bh	02h	12/16/89	PS/2 Model P70 ??

F8h	0Ch	00h	11/02/88	PS/2 Model 55SX (16 MHz 386SX)
F8h	0Dh	00h	???	PS/2 Model 70 25MHz, type 3 system brd
F8h	0Dh	00h	06/08/88	PS/2 Model 70 386 25MHz, type 3 sys brd
F8h	0Dh	01h	02/20/89	PS/2 Model 70 386 25MHz, type 3 sys brd
F8h	0Dh	???	12/01/89	PS/2 Model 70 486 25Mhz, type 3 sys brd
F8h	0Eh	00h	???	PS/1 486SX
F8h	0Fh	00h	???	PS/1 486DX
F8h	10h	00h	???	PS/2 Model 55-5551
F8h	11h	00h	10/01/90	PS/2 Model 90 XP (25 MHz 486)
F8h	12h	00h	???	PS/2 Model 95 XP
F8h	13h	00h	10/01/90	PS/2 Model 90 XP (33 MHz 486)
F8h	14h	00h	10/01/90	PS/2 Model 90-AK9 (25 MHz 486), 95 XP
F8h	15h	00h	???	PS/2 Model 90 XP
F8h	16h	00h	10/01/90	PS/2 Model 90-AKD / 95XP486 (33MHz 486)
F8h	17h	00h	???	PS/2 Model 90 XP
F8h	19h	05h	???	PS/2 Model 35/35LS or 40 (20 MHz 386SX)
F8h	19h	05h	03/15/91	PS/2 Model 35 SX / 40 SX (LW-type 37)
F8h	19h	06h	04/04/91	PS/2 Model 35 SX / 40 SX (LW-type 37)
F8h	1Ah	00h	???	PS/2 Model 95 XP
F8h	1Bh	00h	09/29/89	PS/2 Model 70 486 (25 Mhz 386DX)
F8h	1Bh	00h	10/02/89	PS/2 Model 70-486 (25 MHz 486)
F8h	1Ch	00h	02/08/90	PS/2 Model 65-121 / 65 SX (16MHz 386SX)
F8h	1Eh	00h	02/08/90	PS/2 Model 55LS (16 MHz 386SX)
F8h	23h	00h	???	PS/2 Model L40 SX
F8h	23h	01h	???	PS/2 Model L40 SX (20 MHz 386SX)
F8h	23h	02h	02/27/91	PS/2 Model L40 SX (20Mhz386SX,LW-typ37)
F8h	25h	00h	???	PS/2 Model 57 SLC
F8h	25h	06h	???	PS/2 Model M57 (20 MHz 386SLC)
F8h	26h	00h	???	PS/2 Model 57 SX
F8h	26h	01h	???	PS/2 Model 57 (20 MHz 386SX)
F8h	26h	02h	07/03/91	PS/2 Model 57 SX (20Mhz 386SX, SCSI)
F8h	28h	00h	???	PS/2 Model 95 XP
F8h	29h	00h	???	PS/2 Model 90 XP
F8h	2Ah	00h	???	PS/2 Model 95 XP (50 MHz 486)
F8h	2Bh	00h	???	PS/2 Model 90 / 90XP486 (50 MHz 486)
F8h	2Ch	00h	???	PS/2 Model 95 XP
F8h	2Ch	01h	???	PS/2 Model 95 (20 MHz 486SX)
F8h	2Dh	00h	???	PS/2 Model 90 XP (20 MHz 486SX)
F8h	2Eh	00h	???	PS/2 Model 95 XP
F8h	2Eh	00h	???	PS/2 Model 95 XP486 (20 Mhz 486SX)
F8h	2Eh	01h	???	PS/2 Model 95 (20 MHz 486SX + 487SX)
F8h	2Fh	00h	???	PS/2 Model 90 XP (20 MHz 486SX + 487SX)
F8h	30h	00h	???	PS/1 Model 2121 (16 MHz 386SX)
F8h	33h	00h	???	PS/2 Model 30-386
F8h	34h	00h	???	PS/2 Model 25-386
F8h	36h	00h	???	PS/2 Model 95 XP
F8h	37h	00h	???	PS/2 Model 90 XP
F8h	38h	00h	???	PS/2 Model 57
F8h	39h	00h	???	PS/2 Model 95 XP
F8h	3Fh	00h	???	PS/2 Model 90 XP
F8h	40h	00h	???	PS/2 Model 95 XP
F8h	41h	00h	???	PS/2 Model 77
F8h	45h	00h	???	PS/2 Model 90 XP (Pentium)
F8h	46h	00h	???	PS/2 Model 95 XP (Pentium)
F8h	47h	00h	???	PS/2 Model 90/95 E (Pentium)
F8h	48h	00h	???	PS/2 Model 85
F8h	49h	00h	???	PS/ValuePoint 325T
F8h	4Ah	00h	???	PS/ValuePoint 425SX
F8h	4Bh	00h	???	PS/ValuePoint 433DX
F8h	4Eh	00h	???	PS/2 Model 295
F8h	50h	00h	???	PS/2 Model P70 (8573) (16 MHz 386)
F8h	50h	01h	12/16/89	PS/2 Model P70 (8570-031)
F8h	52h	00h	???	PS/2 Model P75 (33 MHz 486)
F8h	56h	00h	???	PS/2 Model CL57 SX
F8h	57h	00h	???	PS/2 Model 90 XP
F8h	58h	00h	???	PS/2 Model 95 XP
F8h	59h	00h	???	PS/2 Model 90 XP
F8h	5Ah	00h	???	PS/2 Model 95 XP
F8h	5Bh	00h	???	PS/2 Model 90 XP
F8h	5Ch	00h	???	PS/2 Model 95 XP
F8h	5Dh	00h	???	PS/2 Model N51 SLC
F8h	5Eh	00h	???	IBM ThinkPad 700
F8h	61h	***	???	Olivetti P500
F8h	62h	***	???	Olivetti P800
F8h	80h	00h	???	PS/2 Model 80 (25 MHz 386)
F8h	80h	01h	11/21/89	PS/2 Model 80-A21 (25 Mhz 386)
F8h	81h	00h	???	PS/2 Model 55-5502
F8h	87h	00h	???	PS/2 Model N33SX
F8h	88h	00h	???	PS/2 Model 55-5530T
F8h	97h	00h	???	PS/2 Model 55 Note N23SX
F8h	99h	00h	???	PS/2 Model N51 SX
F8h	F2h	30h	???	Reply Model 32
F8h	F6h	30h	???	Memorex Telex
F8h	FDh	00h	???	IBM Processor Complex (with VPD)
F8h	???	???	???	PS/2 Model 90 (25 MHz 486SX)
F8h	???	???	???	PS/2 Model 95 (25 MHz 486SX)
F8h	???	???	???	PS/2 Model 90 (25 MHz 486SX + 487SX)
F8h	???	???	???	PS/2 Model 95 (25 MHz 486SX + 487SX)
E4h	???	???	???	Triumph Adler PC/XT
E1h	???	???	???	??? (checked for by DOS4GW.EXE)
E1h	00h	00h	???	PS/2 Model 55-5530 Laptop
D9h	???	???	???	Peacock XT

9Ah	*	*	???	Compaq XT/Compaq Plus
30h	???	???	???	Sperry PC
2Dh	*	*	???	Compaq PC/Compaq Deskpro
???	56h	???	???	Olivetti, unknown model
???	74h	???	???	Olivetti, unknown model

Notes: BIOS dates may vary without changes to the revision code, especially for non-IBM machines
* This BIOS call is not implemented in these early versions or under Linux's DOSEMU. Read the Model byte at F000h:FFFEh and BIOS date at F000h:FFF5h instead.
** These BIOS versions require the DASDDRVR.SYS patches.
*** These Olivetti and Epson machines store the submodel in the byte at F000h:FFFDh.
SeeAlso: #00509,#00516

(Table 00516)
Values for Dell model byte:

02h	Dell 200
03h	Dell 300
05h	Dell 220
06h	Dell 310
07h	Dell 325
09h	Dell 310A
0Ah	Dell 316
0Bh	Dell 220E
0Ch	Dell 210
0Dh	Dell 316SX
0Eh	Dell 316LT
0Fh	Dell 320LX
11h	Dell 425E

SeeAlso: #00509,#00515

Format of Compaq product information:

Address	Size	Description (Table 00517)
F000h:FFE4h	BYTE	product family code (first byte)
F000h:FFE5h	BYTE	Point release number
F000h:FFE6h	BYTE	ROM version code
F000h:FFE7h	BYTE	product family code (second byte)
F000h:FFE8h	WORD	BIOS type code

SeeAlso: #00518,#00520

Format of Hewlett-Packard ROM ID at F000h:00F8h:

Offset	Size	Description (Table 00518)
00h	2 BYTEs	signature "HP" (48h 50h)
02h	2 BYTEs	00h 00h
04h	BYTE	secondary code revision
05h	BYTE	primary code revision
06h	BYTE	date code, year-1960 (BCD)
07h	BYTE	date code, week of year (BCD)

SeeAlso: #00517,#00519

Bitfields for Hewlett-Packard product identifier:

Bit(s)	Description (Table 00519)
4-0	machine code
	0 original Vectra
	1 ES/12
	2 RS/20
	3 Portable/CS
	4 ES
	5 CS
	6 RS/16
	other reserved
7-5	CPU type
	0 = 80286
	1 = 8088
	2 = 8086
	3 = 80386
	other reserved

SeeAlso: #00518

Format of Toshiba laptop information:

Offset	Size	Description (Table 00520)
00h	8 BYTEs	ASCII product number (e.g. "T2200SX ")
08h	8 BYTEs	ASCII version number (e.g. "V1.20 ")
10h	8 BYTEs	ASCII signature string "TOSHIBA "
18h	8 BYTEs	always zero???
20h	DWORD	-> built-in BIOS setup program entry point or 0000h:0000h

Note: this record is located at F000h:E000h
SeeAlso: #00517,#00518

(Table 00521)
Values for Toshiba product ID:

model	prodID	version	date	product number
FEh	29h			../..).. Toshiba T1000LE
FEh	2Ah			../..*.. Toshiba T1000XE
FEh	2Bh			../..+.. Toshiba T1000SE
FEh	2Ch			../..,.. Toshiba T1000
FEh	2Dh			../..-.. Toshiba T1200F
FEh	2Dh	V4.00		12/26-87 Toshiba T1200H
FEh	2Eh			../..... Toshiba T1100+
FCh	22h			../..".. Toshiba T8500
FCh	26h			01/15&88 Toshiba T5200
FCh	27h			../..'.. Toshiba T5100
FCh	28h			../..(.. Toshiba T2000
FCh	2Ah			12/26*89 Toshiba T1200XE
FCh	2Bh			../..+.. Toshiba T1600
FCh	2Ch			../..,.. Toshiba T3100e
FCh	2Dh			../..-.. Toshiba T3200
FCh	2Fh			../../.. Toshiba T3100
FCh	34h	V1.50		02/04494 Toshiba T100X
FCh	38h			../..8.. Toshiba T2000SXe
FCh	39h	V1.20		09/16991 Toshiba T2200SX
FCh	39h	V1.40		10/01992 Toshiba T2200SX
FCh	3Ch	V1.50		01/28<91 Toshiba T2000SX
FCh	3Dh			../..=.. Toshiba T3200SXC
FCh	3Eh			../..>.. Toshiba T3100SX
FCh	3Fh			../..?.. Toshiba T3200SX
FCh	40h			../..@.. Toshiba T4500C
FCh	41h	V1.20		04/05A92 Toshiba T4500 ("T4500SXC" ???)
FCh	45h	V3.20		04/14E92 Toshiba T4400SX ("C" or "SXC" on cover)
FCh	45h			01/13E93 Toshiba T4400SXC
FCh	46h *			../..F.. Toshiba T6400
FCh	46h *			../..F.. Toshiba T6400C
FCh	5Fh	V1.40		01/18_94 Toshiba T3300SL
FCh	69h			../..i.. Toshiba T1900C ("T1900CT" ???)
FCh	6Ah	V1.30		05/19j93 Toshiba T1900 ("T1900S" ???)
FCh	6Dh	V1.10		12/25m92 Toshiba T1850C
FCh	6Eh	V1.00		08/19n92 Toshiba T1850
FCh	6Eh	V1.10		12/25n92 Toshiba T1850
FCh	6Fh	V1.00		07/17o92 Toshiba T1800
FCh	6Fh	V1.10		12/25o92 Toshiba T1800
FCh	7Eh	V1.30		06/17~93 Toshiba T4600C
FCh	7Fh	V1.40		11/10x94 Toshiba T4600
FCh	8Ah	V1.30		10/22x93 Toshiba T6600C
FCh	91h	V1.20		07/15x94 Toshiba T2400CT
FCh	91h	V5.00		07/28x95 Toshiba T2400CS/CT
FCh	92h	V5.00		07/28x95 Toshiba T3600CT
FCh	96h *	V1.40		12/08x94 Toshiba T200
FCh	96h *	V1.50		12/08x94 Toshiba T200CS (T200)
FCh	97h			../..x.. Toshiba T4800CT
FCh	98h *	V1.10		12/22x93 Toshiba T1910
FCh	98h *	V2.40		07/12x94 Toshiba T1910/CS (T19XX)

FCh	99h		../..x..	Toshiba T4700CS
FCh	9Bh	V2.30	01/31x94	Toshiba T4700CT
FCh	9Bh	V2.50	03/22x94	Toshiba T4700CT
FCh	9Bh	V5.00	07/28x95	Toshiba T4700CT
FCh	9Ch	V1.30	01/11x94	Toshiba T1950CT
FCh	9Ch (T19XX)	V2.50	07/22x94	Toshiba T1950CT
FCh	9Dh * (T19XX)	V2.40	07/12x94	Toshiba T1950/CS
FCh	9Eh *	V1.20	12/25x93	Toshiba T3400
FCh	9Eh *	V1.30	03/22x94	Toshiba T3400/CT
FCh	B5h ** (T21XX)	V5.10	08/25x95	Toshiba T2110/CS
FCh	B5h (T21XX)	V5.10	08/25x95	Toshiba T2130CS/CT
FCh	BAh	V1.30	02/16x95	Toshiba T2150CDS/CDT
FCh	BAh	V5.00	07/27x95	Toshiba T2150CDS/CDT (T2150)
FCh	BBh **	V1.30	01/25x95	Toshiba T2100/CS/CT
FCh	BBh **	V5.00	07/27x95	Toshiba T2100/CS/CT
FCh	BCh	V1.20	12/05x94	Toshiba T2450CT
FCh	BCh	V5.00	07/28x95	Toshiba T2450CT
FCh	BEh	V5.00	07/28x95	Toshiba T4850CT
FCh	C0h	V5.20	05/30x96	Toshiba 420CDS/CDT
FCh	C1h	V5.20	03/27x96	Toshiba 100CS
FCh	C3h	V5.60	07/19x96	Toshiba 710CDT / 720CDT
FCh	C6h	V5.30	11/30x95	Toshiba 410CS/CDT
FCh	CAh	V5.10	08/18x95	Toshiba 400CS/CDT
FCh	CAh	V5.40	12/18x95	Toshiba 400CS/CDT
FCh	CBh	V5.10	09/01x95	Toshiba 610CT
FCh	CCh	V5.50	06/13x96	Toshiba 700CS/CT
FCh	CFh	V5.00	08/07x95	Toshiba T4900CT
FCh	DCh	V5.10	06/17x96	Toshiba 650CT
FCh	DCh	V5.10	05/10x96	Toshiba 110CS/CT
FCh	DDh	V5.10	05/10x96	Toshiba 110CS/CT
FCh	DFh	V5.20	05/27x96	Toshiba 500CS/CDT
FCh	???	V5.???	../..x..	Toshiba 620CT
FCh	???	V5.???	../..x..	Toshiba 660CDT
FCh	???	V5.30	11/22/96	Toshiba 730CDT
FCh	???	V6.00	09/20/96	Toshiba 200CDS/CDT
FCh	???	V6.20	11/14/96	Toshiba 430CDS/CDT
FCh	???	V6.40	12/05/96	Toshiba 510CS/CDT

Notes: the 8-bit ASCII graphics character in the "date" column above has been substituted by "x" if larger than 80h BIOS version numbers and dates may vary, esp. due to harddisk and (flash) BIOS upgrades; all BIOS versions 5.xx are flash updates for Windows95, the product number may indicate the series only (T21XX) or does no longer contain the exact type suffix (CS/CT) the most recent versions of the BIOS have stopped including the product ID code in the BIOS date [*] These models have monochrome and color versions which can be distinguished with INT 42/AX=7503h (WD90C24 chipset) [**] These models have monochrome and color versions which can be distinguished with INT 10/AX=5F50h (CT655xx chipset) models not found here like T21x5 are variants differing only in bundled software
SeeAlso: #00515

INT 16 - KEYBOARD - GET KEYSTROKE
AH = 00h
Return: AH = BIOS scan code
AL = ASCII character
Notes: on extended keyboards, this function discards any extended keystrokes, returning only when a non-extended keystroke is available the BIOS scan code is usually, but not always, the same as the hardware scan code processed by INT 09. It is the same for ASCII keystrokes and most unshifted special keys (F-keys, arrow keys, etc.), but differs for shifted special keys some (older) clone BIOSes do not discard extended keystrokes and manage function AH=00h and AH=10h the same the K3PLUS v6.00+ INT 16 BIOS replacement doesn't discard extended keystrokes (same as with functions 10h and 20h), but will always translate prefix E0h to 00h. This allows old programs to use extended keystrokes and should not cause compatibility problems
SeeAlso: AH=01h,AH=05h,AH=10h,AH=20h,AX=AF4Dh"K3PLUS",INT 18/AH=00h
SeeAlso: INT 09,INT 15/AH=4Fh

INT 16 - KEYBOARD - CHECK FOR KEYSTROKE
AH = 01h
Return: ZF set if no keystroke available
ZF clear if keystroke available
AH = BIOS scan code
AL = ASCII character
Note: if a keystroke is present, it is not removed from the keyboard buffer; however, any extended keystrokes which are not compatible with 83/84- key keyboards are removed by IBM and most fully-compatible BIOSes in the process of checking whether a non-extended keystroke is available some (older) clone BIOSes do not discard extended keystrokes and manage function AH=00h and AH=10h the same the K3PLUS v6.00+ INT 16 BIOS replacement doesn't discard extended keystrokes (same as with functions 10h and 20h), but will always translate prefix E0h to 00h. This allows old programs to use extended keystrokes and should not cause compatibility problems
SeeAlso: AH=00h,AH=11h,AH=21h,INT 18/AH=01h,INT 09,INT 15/AH=4Fh

INT 16 - KEYBOARD - GET SHIFT FLAGS
AH = 02h
Return: AL = shift flags (see #00582)
AH destroyed by many BIOSes
SeeAlso: AH=12h,AH=22h,INT 17/AH=0Dh,INT 18/AH=02h,MEM 0040h:0017h

Bitfields for keyboard shift flags:

Bit(s)	Description (Table 00582)
7	Insert active
6	CapsLock active
5	NumLock active
4	ScrollLock active
3	Alt key pressed (either Alt on 101/102-key keyboards)
2	Ctrl key pressed (either Ctrl on 101/102-key keyboards)
1	left shift key pressed
0	right shift key pressed

SeeAlso: #00587,#03743,MEM 0040h:0017h,#M0010

INT 16 - KEYBOARD - SET TYPEMATIC RATE AND DELAY
AH = 03h
AL = subfunction
00h set default delay and rate (PCjr and some PS/2)
01h increase delay before repeat (PCjr)
02h decrease repeat rate by factor of 2 (PCjr)
03h increase delay and decrease repeat rate (PCjr)
04h turn off typematic repeat (PCjr and some PS/2)
05h set repeat rate and delay (AT,PS)
BH = delay value (00h = 250ms to 03h = 1000ms)
BL = repeat rate (00h=30/sec to 0Ch=10/sec [def] to 1Fh=2/sec)
06h get current typematic rate and delay (newer PS/2s)
Return: BL = repeat rate (above)
BH = delay (above)
Return: AH destroyed by many BIOSes
Note: use INT 16/AH=09h to determine whether some of the subfunctions are supported
SeeAlso: INT 16/AH=09h,AH=29h"HUNTER",AH=2Ah"HUNTER"

INT 16 - KEYBOARD - SET KEYCLICK (PCjr only)
AH = 04h
AL = keyclick state
00h off
01h on
Return: AH destroyed by many BIOSes
SeeAlso: AH=03h,AH=04h"K3PLUS"

INT 16 - KEYBOARD - GET ENHANCED KEYSTROKE (enhanced kbd support only)
AH = 10h
Return: AH = BIOS scan code
AL = ASCII character

Notes: if no keystroke is available, this function waits until one is placed in the keyboard buffer the BIOS scan code is usually, but not always, the same as the hardware scan code processed by INT 09. It is the same for ASCII keystrokes and most unshifted special keys (F-keys, arrow keys, etc.), but differs for shifted special keys. unlike AH=00h, this function does not discard extended keystrokes INT 16/AH=09h can be used to determine whether this function is supported, but only on later model PS/2s
SeeAlso: AH=00h,AH=09h,AH=11h,AH=20h,MEM 0040h:0019h,MEM 0040h:001Eh

INT 16 - KEYBOARD - CHECK FOR ENHANCED KEYSTROKE (enh kbd support only)
AH = 11h
Return: ZF set if no keystroke available
ZF clear if keystroke available
AH = BIOS scan code
AL = ASCII character
Notes: if a keystroke is available, it is not removed from the keyboard buffer unlike AH=01h, this function does not discard extended keystrokes some versions of the IBM BIOS Technical Reference erroneously report that CF is returned instead of ZF INT 16/AH=09h can be used to determine whether this function is supported, but only on later model PS/2s
SeeAlso: AH=01h,AH=09h,AH=10h,AH=21h,INT 09,INT 15/AH=4Fh

INT 16 - KEYBOARD - GET EXTENDED SHIFT STATES (enh kbd support only)
AH = 12h
Return: AL = shift flags 1 (same as returned by AH=02h) (see #00587)
AH = shift flags 2 (see #00588)
Notes: AL bit 3 set only for left Alt key on many machines AH bits 7 through 4 always clear on a Compaq SLT/286 INT 16/AH=09h can be used to determine whether this function is supported, but only on later model PS/2s many BIOSes (including at least some versions of Phoenix and AMI) will destroy AH on return from functions higher than AH=12h, returning 12h less than was in AH on entry (due to a chain of DEC/JZ instructions)
SeeAlso: AH=02h,AH=09h,AH=22h,AH=51h,INT 17/AH=0Dh,MEM 0040h:0017h

Bitfields for keyboard shift flags 1:

Bit(s)	Description (Table 00587)
7	Insert active
6	CapsLock active
5	NumLock active
4	ScrollLock active
3	Alt key pressed (either Alt on 101/102-key keyboards)
2	Ctrl key pressed (either Ctrl on 101/102-key keyboards)
1	left shift key pressed
0	right shift key pressed

SeeAlso: #00582,#00588,MEM 0040h:0017h,#M0010

Bitfields for keyboard shift flags 2:

Bit(s)	Description (Table 00588)
7	SysReq key pressed (SysReq is often labeled SysRq)
6	CapsLock pressed
5	NumLock pressed
4	ScrollLock pressed
3	right Alt key pressed
2	right Ctrl key pressed
1	left Alt key pressed
0	left Ctrl key pressed

SeeAlso: #00587,MEM 0040h:0018h,#M0011

INT 17 - PRINTER - WRITE CHARACTER
AH = 00h
AL = character to write
DX = printer number (00h-02h)
Return: AH = printer status (see #00631)
Note: Under PhysTechSoft's PTS ROM-DOS the parallel port can also be accessed as COM5.
BUGS: Some print spoolers trash the BX register on return. Some original IBM BIOSes set more than one printer status bits at a time, while only one of them is correct.
SeeAlso: AH=02h,AH=84h"AX",AX=6F02h,AH=F1h,INT 16/AX=FFE3h,INT 1A/AH=11h"NEC"
SeeAlso: INT 4B/AH=00h,PORT 0278h"PRINTER",MEM 0040h:0008h,MEM 0040h:0078h

Bitfields for printer status:

Bit(s)	Description (Table 00631)
7	not busy
6	acknowledge
5	out of paper
4	selected
3	I/O error
2-1	unused
0	timeout

Notes: If both, it 5 "out of paper" and 4 "selected" are set, the MS-DOS/PC DOS kernel assumes that no printer is attached. For Tandy 2000, bit 7 indicates printer-busy when set rather than clear

INT 17 - PRINTER - INITIALIZE PORT
AH = 01h
DX = printer number (00h-02h)
Return: AH = printer status (see #00631)
Note: some printers report that they are ready immediately after initialization when they actually are not; a more reliable result may obtained by calling AH=02h after a brief delay
SeeAlso: AH=02h,AH=FFh"PC-MOS",INT 1A/AH=10h"NEC",INT 4B/AH=01h

INT 17 - PRINTER - GET STATUS
AH = 02h
DX = printer number (00h-02h)
Return: AH = printer status (see #00631)
Note: PRINTFIX from MS-DOS 5.0 hooks this function and always returns AH=90h
SeeAlso: AH=01h,AH=F2h,INT 1A/AH=12h"NEC",INT 4B/AH=02h

INT 18 - DISKLESS BOOT HOOK (START CASSETTE BASIC)
Desc: called when there is no bootable disk available to the system
Notes: very few PCs other than those produced by IBM contain BASIC in ROM, so the action is unpredictable on compatibles; this interrupt often reboots the system, and often has no effect at all some PC and XT clones had an optional IBM CASSETTE BASIC stored in the ROM, too. most BIOSes will display an error message similar to "NO BASIC", and either reboot or return to the caller. PS/2 machines usually pop up a graphical box to the effect that the user should enter a floppy and press F1. Some clones display the message "No boot device available, strike F1 to retry, F2 for setup utility" network cards with their own BIOS can hook this interrupt to allow a diskless boot off the network (even when a hard disk is present if none of the partitions is marked as the boot partition)
SeeAlso: INT 2F/AX=4A06h,INT 86"NetBIOS",INT 2F/AX=4A06h,INT 2F/AX=4A07h

INT 19 - SYSTEM - BOOTSTRAP LOADER
Desc: This interrupt reboots the system without clearing memory or restoring interrupt vectors. Because interrupt vectors are preserved, this interrupt usually causes a system hang if any TSRs have hooked vectors from 00h through 1Ch, particularly INT 08.
Notes: Usually, the BIOS will try to read sector 1, head 0, track 0 from drive A: to 0000h:7C00h. If this fails, and a hard disk is installed, the BIOS will read sector 1, head 0, track 0 of the first hard disk. This sector should contain a master bootstrap loader and a partition table (see #00650). After loading the master boot sector at 0000h:7C00h, the master bootstrap loader is given control (see #00653).
It will scan the partition table for an active partition, and will then load the operating system's bootstrap loader (contained in the first sector of the active partition) and give it control. true IBM PCs and most clones issue an INT 18 if neither floppy nor hard disk have a valid boot sector to accomplish a warm boot equivalent to Ctrl-Alt-Del, store 1234h in 0040h:0072h and jump to FFFFh:0000h.
For a cold boot equivalent to a reset, store 0000h at 0040h:0072h before jumping. VDISK.SYS hooks this interrupt to allow applications to find out

how much extended memory has been used by VDISKs (see #00649). DOS 3.3+ PRINT hooks INT 19 but does not set up a correct VDISK header block at the beginning of its INT 19 handler segment, thus causing some programs to overwrite extended memory which is already in use. the default handler is at F000h:E6F2h for 100% compatible BIOSes MS-DOS 3.2+ hangs on booting (even from floppy) if the hard disk contains extended partitions which point at each other in a loop, since it will never find the end of the linked list of extended partitions under Windows Real and Enhanced modes, calling INT 19 will hang the system in the same was as under bare DOS; under Windows Standard mode, INT 19 will successfully perform a cold reboot as it appears to have been redirected to a MOV AL,0FEh/OUT 64h,AL sequence
BUG: when loading the remainder of the DOS system files fails, various versions of IBMBIO.COM/IO.SYS incorrectly restore INT 1E before calling INT 19, assuming that the boot sector had stored the contents of INT 1E at DS:SI instead of on the stack as it actually does
SeeAlso: INT 14/AH=17h,INT 18"BOOT HOOK",INT 49"Tandy 2000",INT 5B"PC Cluster"
SeeAlso: MEM 0040h:0067h,MEM F000h:FFF0h,CMOS 0Fh

Format of VDISK header block (at beginning of INT 19 handler's segment):

Offset	Size	Description (Table 00649)
00h	18 BYTEs	n/a (for VDISK.SYS, the device driver header)
12h	11 BYTEs	signature string "VDISK Vn.m" for VDISK.SYS version n.m
1Dh	15 BYTEs	n/a
2Ch	3 BYTEs	linear address of first byte of available extended memory

Format of hard disk master boot sector:

Offset	Size	Description (Table 00650)
00h	446 BYTEs	Master bootstrap loader code
1BEh	16 BYTEs	partition record for partition 1 (see #00651)
1CEh	16 BYTEs	partition record for partition 2
1DEh	16 BYTEs	partition record for partition 3
1EEh	16 BYTEs	partition record for partition 4
1FEh	WORD	signature, AA55h indicates valid boot block

Format of partition record:

Offset	Size	Description (Table 00651)
00h	BYTE	boot indicator (80h = active partition)
01h	BYTE	partition start head
02h	BYTE	partition start sector (bits 0-5)
03h	BYTE	partition start track (bits 8,9 in bits 6,7 of sector)
04h	BYTE	operating system indicator (see #00652)
05h	BYTE	partition end head
06h	BYTE	partition end sector (bits 0-5)
07h	BYTE	partition end track (bits 8,9 in bits 6,7 of sector)
08h	DWORD	sectors preceding partition
0Ch	DWORD	length of partition in sectors

SeeAlso: #00650

(Table 00652)
Values for operating system indicator:

00h	empty partition-table entry
01h	DOS 12-bit FAT
02h	XENIX root file system
03h	XENIX /usr file system (obsolete)
04h	DOS 16-bit FAT (up to 32M)
05h	DOS 3.3+ extended partition
06h	DOS 3.31+ Large File System (16-bit FAT, over 32M)
07h	QNX
07h	OS/2 HPFS
07h	Windows NT NTFS
07h	Advanced Unix
07h	see partition boot record; could be any of the above or others
08h	OS/2 (v1.0-1.3 only)
08h	AIX bootable partition, SplitDrive
08h	Commodore DOS
08h	DELL partition spanning multiple drives
09h	AIX data partition
09h	Coherent filesystem
0Ah	OS/2 Boot Manager
0Ah	OPUS
0Ah	Coherent swap partition
0Bh	Windows95 with 32-bit FAT
0Ch	Windows95 with 32-bit FAT (using LBA-mode INT 13 extensions)
0Eh	logical-block-addressable VFAT (same as 06h but using LBA-mode INT 13)
0Fh	logical-block-addressable VFAT (same as 05h but using LBA-mode INT 13)
10h	OPUS
11h	OS/2 Boot Manager hidden 12-bit FAT partition
12h	Compaq Diagnostics partition
14h	(resulted from using Novell DOS 7.0 FDISK to delete Linux Native part)
14h	OS/2 Boot Manager hidden sub-32M 16-bit FAT partition
16h	OS/2 Boot Manager hidden over-32M 16-bit FAT partition
17h	OS/2 Boot Manager hidden HPFS partition
17h	hidden NTFS partition
18h	AST special Windows swap file ("Zero-Volt Suspend" partition)
19h	Willowtech Photon coS
1Bh	hidden Windows95 FAT32 partition
1Ch	hidden Windows95 FAT32 partition (using LBA-mode INT 13 extensions)
1Eh	hidden LBA VFAT partition
20h	Willowsoft Overture File System (OFS1)
21h	officially listed as reserved
21h	FSo2
23h	officially listed as reserved
24h	NEC MS-DOS 3.x
26h	officially listed as reserved
31h	officially listed as reserved
33h	officially listed as reserved
34h	officially listed as reserved
36h	officially listed as reserved
38h	Theos
3Ch	PowerQuest PartitionMagic recovery partition
40h	VENIX 80286
41h	Personal RISC Boot
41h	PowerPC boot partition
42h	SFS (Secure File System) by Peter Gutmann
45h	EUMEL/Elan
46h	EUMEL/Elan
47h	EUMEL/Elan
48h	EUMEL/Elan
4Fh	Oberon boot/data partition
50h	OnTrack Disk Manager, read-only partition
51h	OnTrack Disk Manager, read/write partition
51h	NOVELL
52h	CP/M
52h	Microport System V/386
53h	OnTrack Disk Manager, write-only partition???
54h	OnTrack Disk Manager (DDO)
55h	EZ-Drive (see also INT 13/AH=FFh"EZ-Drive")
56h	GoldenBow VFeature
5Ch	Priam EDISK
61h	SpeedStor
63h	Unix SysV/386, 386/ix
63h	Mach, MtXinu BSD 4.3 on Mach
63h	GNU HURD
64h	Novell NetWare 286
64h	SpeedStore
65h	Novell NetWare (3.11)
67h	Novell
68h	Novell
69h	Novell
70h	DiskSecure Multi-Boot
71h	officially listed as reserved
73h	officially listed as reserved
74h	officially listed as reserved
75h	PC/IX

76h officially listed as reserved
7Eh F.I.X.
80h Minix v1.1 - 1.4a
81h Minix v1.4b+
81h Linux
81h Mitac Advanced Disk Manager
82h Linux Swap partition
82h Prime
82h Solaris (Unix)
83h Linux native file system (ext2fs/xiafs)
84h OS/2-renumbered type 04h partition (related to hiding DOS C: drive)
85h Linux EXT
86h FAT16 volume/stripe set (Windows NT)
87h HPFS Fault-Tolerant mirrored partition
87h NTFS volume/stripe set
93h Amoeba file system
94h Amoeba bad block table
98h Datalight ROM-DOS SuperBoot
99h Mylex EISA SCSI
A0h Phoenix NoteBIOS Power Management "Save-to-Disk" partition
A1h officially listed as reserved
A3h officially listed as reserved
A4h officially listed as reserved
A5h FreeBSD, BSD/386
A6h OpenBSD
A9h NetBSD (http://www.netbsd.org/)
B1h officially listed as reserved
B3h officially listed as reserved
B4h officially listed as reserved
B6h officially listed as reserved
B6h Windows NT mirror set (master), FAT16 file system
B7h BSDI file system (secondarily swap)
B7h Windows NT mirror set (master), NTFS file system
B8h BSDI swap partition (secondarily file system)
BEh Solaris boot partition
C0h DR DOS/DR-DOS/Novell DOS secured partition
C0h CTOS
C1h DR DOS 6.0 LOGIN.EXE-secured 12-bit FAT partition
C4h DR DOS 6.0 LOGIN.EXE-secured 16-bit FAT partition
C6h DR DOS 6.0 LOGIN.EXE-secured Huge partition
C6h corrupted FAT16 volume/stripe set (Windows NT)
C6h Windows NT mirror set (slave), FAT16 file system
C7h Syrinx Boot
C7h corrupted NTFS volume/stripe set
C7h Windows NT mirror set (slave), NTFS file system
CBh Reserved for DR DOS/DR-DOS/OpenDOS secured FAT32
CCh Reserved for DR DOS/DR-DOS secured FAT32 (LBA)
CEh Reserved for DR DOS/DR-DOS secured FAT16 (LBA)
D0h Multiuser DOS secured FAT12
D1h Old Multiuser DOS secured FAT12
D4h Old Multiuser DOS secured FAT16 (<= 32M)
D5h Old Multiuser DOS secured extended partition
D6h Old Multiuser DOS secured FAT16 (> 32M)
D8h CP/M-86
DBh CP/M, Concurrent CP/M, Concurrent DOS
DBh CTOS (Convergent Technologies OS)
E1h SpeedStor 12-bit FAT extended partition
E2h DOS read-only (Florian Painke's XFDISK 1.0.4)
E3h DOS read-only
E3h Storage Dimensions
E4h SpeedStor 16-bit FAT extended partition
E5h officially listed as reserved
E6h officially listed as reserved
EBh BeOS BFS (BFS1)
F1h Storage Dimensions
F2h DOS 3.3+ secondary partition
F3h officially listed as reserved
F4h SpeedStor
F4h Storage Dimensions
F5h Prologue
F6h officially listed as reserved
FEh LANstep
FEh IBM PS/2 IML (Initial Microcode Load) partition
FFh Xenix bad block table

Note: for partition type 07h, one should inspect the partition boot record for the actual file system type

SeeAlso: #00651

(Table 00653)
Values Bootstrap loader is called with (IBM BIOS):
CS:IP = 0000h:7C00h
DH = access
bits 7-6,4-0: don't care
bit 5: =0 device supported by INT 13
DL = boot drive
00h first floppy
80h first hard disk

INT 1A - TIME - GET REAL-TIME CLOCK TIME (AT,XT286,PS)
AH = 02h
CF clear to avoid bug (see below)
Return: CF clear if successful
CH = hour (BCD)
CL = minutes (BCD)
DH = seconds (BCD)
DL = daylight savings flag (00h standard time, 01h daylight time)
CF set on error (i.e. clock not running or in middle of update)
Notes: this function is also supported by the Sperry PC, which predates the IBM AT; the data is returned in binary rather than BCD on the Sperry, and DL is always 00h MS-DOS/PC DOS IO.SYS/IBMBIO.COM use this function to detect if a RTC is preset by checking if the returned values are non-zero. If they are, this function is called one more time, before it is assumed that no RTC is present.
BUG: some BIOSes leave CF unchanged if successful, so CF should be cleared
before calling this function
SeeAlso: AH=00h,AH=03h,AH=04h,INT 21/AH=2Ch

INT 1A - TIME - SET REAL-TIME CLOCK TIME (AT,XT286,PS)
AH = 03h
CH = hour (BCD)
CL = minutes (BCD)
DH = seconds (BCD)
DL = daylight savings flag (00h standard time, 01h daylight time)
Return: nothing
Note: this function is also supported by the Sperry PC, which predates the IBM AT; the data is specified in binary rather than BCD on the Sperry, and the value of DL is ignored
SeeAlso: AH=01h,AH=03h,AH=05h,INT 21/AH=2Dh,INT 4B/AH=01h

INT 1A - TIME - SET REAL-TIME CLOCK DATE (AT,XT286,PS)
AH = 05h
CH = century (BCD)
CL = year (BCD)
DH = month (BCD)
DL = day (BCD)
Return: nothing
SeeAlso: AH=04h,INT 21/AH=2Bh"DATE",INT 4B/AH=00h"TI"

INT 1A - TIME - SET ALARM (AT,XT286,PS)
AH = 06h
CH = hour (BCD)
CL = minutes (BCD)
DH = seconds (BCD)
Return: CF set on error (alarm already set or clock stopped for update)
CF clear if successful
Notes: the alarm occurs every 24 hours until turned off, invoking INT 4A each time the BIOS does not check for invalid values for the time, so the CMOS clock chip's "don't care" setting (any values between C0h and FFh) may be used for any or all three parts. For example, to create an alarm once a minute, every minute, call with CH=FFh, CL=FFh, and DH=00h.

SeeAlso: AH=07h,AH=0Ch,INT 4A"SYSTEM"

INT 1A - TIME - CANCEL ALARM (AT,XT286,PS)
AH = 07h
Return: alarm disabled
Note: does not disable the real-time clock's IRQ
SeeAlso: AH=06h,AH=0Dh,INT 70

INT 1A - TIME - READ SYSTEM-TIMER DAY COUNTER (XT2,PS)
AH = 0Ah
Return: CF set on error
CF clear if successful
CX = count of days since Jan 1,1980
SeeAlso: AH=04h,AH=0Bh

INT 1A - TIME - SET SYSTEM-TIMER DAY COUNTER (XT2,PS)
AH = 0Bh
CX = count of days since Jan 1,1980
Return: CF set on error
CF clear if successful
SeeAlso: AH=05h,AH=0Ah

INT 20 - DOS 1+ - TERMINATE PROGRAM
CS = PSP segment
Return: never
Notes: (see INT 21/AH=00h) this function sets the program's return code (ERRORLEVEL) to 00h
SeeAlso: INT 21/AH=00h,INT 21/AH=4Ch

INT 21 - DOS 1+ - TERMINATE PROGRAM
AH = 00h
CS = PSP segment
Notes: Microsoft recommends using INT 21/AH=4Ch for DOS 2+ this function sets the program's return code (ERRORLEVEL) to 00h execution continues at the address stored in INT 22 after DOS performs whatever cleanup it needs to do (restoring the INT 22,INT 23,INT 24 vectors from the PSP assumed to be located at offset 0000h in the segment indicated by the stack copy of CS, etc.) if the PSP is its own parent, the process's memory is not freed; if INT 22 additionally points into the terminating program, the process is effectively NOT terminated not supported by MS Windows 3.0 DOSX.EXE DOS extender
SeeAlso: AH=26h,AH=31h,AH=4Ch,INT 20,INT 22

INT 21 - DOS 1+ - READ CHARACTER FROM STANDARD INPUT, WITH ECHO
AH = 01h
Return: AL = character read
Notes: ^C/^Break are checked, and INT 23 executed if read
^P toggles the DOS-internal echo-to-printer flag
^Z is not interpreted, thus not causing an EOF if input is redirected
character is echoed to standard output standard input is always the keyboard and standard output the screen under DOS 1.x, but they may be redirected under DOS 2+
SeeAlso: AH=06h,AH=07h,AH=08h,AH=0Ah

INT 21 - DOS 1+ - WRITE CHARACTER TO STANDARD OUTPUT
AH = 02h
DL = character to write
Return: AL = last character output (despite the official docs which state
nothing is returned) (at least DOS 2.1-7.0)
Notes: ^C/^Break are checked, and INT 23 executed if pressed standard output is always the screen under DOS 1.x, but may be redirected under DOS 2+ the last character output will be the character in DL unless DL=09h on entry, in which case AL=20h as tabs are expanded to blanks if standard output is redirected to a file, no error checks (write-protected, full media, etc.) are performed
SeeAlso: AH=06h,AH=09h

INT 21 - DOS 1+ - WRITE STRING TO STANDARD OUTPUT
AH = 09h
DS:DX -> '$'-terminated string
Return: AL = 24h (the '$' terminating the string, despite official docs which
state that nothing is returned) (at least DOS 2.1-7.0 and NWDOS)
Notes: ^C/^Break are checked, and INT 23 is called if either pressed standard output is always the screen under DOS 1.x, but may be redirected under DOS 2+ under the FlashTek X-32 DOS extender, the pointer is in DS:EDX
SeeAlso: AH=02h,AH=06h"OUTPUT"

INT 21 - DOS 1+ - BUFFERED INPUT
AH = 0Ah
DS:DX -> buffer (see #01344)
Return: buffer filled with user input
Notes: ^C/^Break are checked, and INT 23 is called if either detected reads from standard input, which may be redirected under DOS 2+ if the maximum buffer size (see #01344) is set to 00h, this call returns immediately without reading any input
SeeAlso: AH=0Ch,INT 2F/AX=4810h

Format of DOS input buffer:

Offset	Size	Description (Table 01344)
00h	BYTE	maximum characters buffer can hold
01h	BYTE	(call) number of chars from last input which may be recalled (ret) number of characters actually read, excluding CR
02h	N BYTEs	actual characters read, including the final carriage return

INT 21 - DOS 1+ - OPEN FILE USING FCB
AH = 0Fh
DS:DX -> unopened File Control Block (see #01345,#01346)
Return: AL = status
00h successful
FFh file not found or access denied
Notes: (DOS 3.1+) file opened for read/write in compatibility mode an unopened FCB has the drive, filename, and extension fields filled in and all other bytes cleared not supported by MS Windows 3.0 DOSX.EXE DOS extender DR DOS checks password attached with AX=4303h (FAT32 drive) this function will only succeed for creating a volume label; FAT32 does not support FCBs for file I/O
BUG: APPEND for DOS 3.3+ corrupts DX if the file is not found
SeeAlso: AH=10h,AH=16h,AH=3Dh,AX=4303h

Format of File Control Block:

Offset	Size	Description (Table 01345)
00h	BYTE	drive number (0 = default, 1 = A, etc) FFh is not allowed (signals extended FCB, see #01346)
01h	8 BYTEs	blank-padded file name
09h	3 BYTEs	blank-padded file extension
0Ch	WORD	current block number
0Eh	WORD	logical record size
10h	DWORD	file size
14h	WORD	date of last write (see #01666 at AX=5700h)
16h	WORD	time of last write (see #01665 at AX=5700h) (DOS 1.1+)
18h	8 BYTEs	reserved (see #01347,#01348,#01349,#01350,#01351)
20h	BYTE	record within current block
21h	DWORD	random access record number (if record size is > 64 bytes, high byte is omitted)

SeeAlso: #01346

Format of Extended File Control Block (XFCB):

Offset	Size	Description (Table 01346)
00h	BYTE	FFh signature for extended FCB
01h	5 BYTEs	reserved
06h	BYTE	file attribute if extended FCB
07h	36 BYTEs	standard FCB (all offsets are shifted by seven bytes)

SeeAlso: #01246

Format of FCB reserved field for DOS 1.0:

Offset	Size	Description (Table 01347)
16h	WORD	location in directory (if high byte = FFh, low byte is device ID)
18h	WORD	number of first cluster in file
1Ah	WORD	current absolute cluster number on disk

1Ch	WORD	current relative cluster number within file (0 = first cluster of file, 1 = second cluster, etc.)
1Eh	BYTE	dirty flag (00h = not dirty)
1Fh	BYTE	unused

Format of FCB reserved field for DOS 1.10-1.25:

Offset	Size	Description (Table 01348)
18h	BYTE	bit 7: set if logical device bit 6: not dirty bits 5-0: disk number or logical device ID
19h	WORD	starting cluster number on disk
1Bh	WORD	current absolute cluster number on disk
1Dh	WORD	current relative cluster number within file
1Fh	BYTE	unused

Format of FCB reserved field for DOS 2.x:

Offset	Size	Description (Table 01349)
18h	BYTE	bit 7: set if logical device bit 6: set if open??? bits 5-0: ???
19h	WORD	starting cluster number on disk
1Bh	WORD	???
1Dh	BYTE	???
1Eh	BYTE	???
1Fh	BYTE	???

Format of FCB reserved field for DOS 3.x:

Offset	Size	Description (Table 01350)
18h	BYTE	number of system file table entry for file
19h	BYTE	attributes bits 7,6: 00 = SHARE.EXE not loaded, disk file 01 = SHARE.EXE not loaded, character device 10 = SHARE.EXE loaded, remote file 11 = SHARE.EXE loaded, local file or device bits 5-0: low six bits of device attribute word
---SHARE.EXE loaded, local file---		
1Ah	WORD	starting cluster of file on disk
1Ch	WORD	(DOS 3.x) offset within SHARE of sharing record (see #01637 at AH=52h)
1Eh	BYTE	file attribute
1Fh	BYTE	???
---SHARE.EXE loaded, remote file---		
1Ah	WORD	number of sector containing directory entry (see #01352)
1Ch	WORD	relative cluster within file of last cluster accessed
1Eh	BYTE	absolute cluster number of last cluster accessed
1Fh	BYTE	???
---SHARE.EXE not loaded---		
1Ah	BYTE	(low byte of device attribute word AND 0Ch) OR open mode
1Bh	WORD	starting cluster of file
1Dh	WORD	number of sector containing directory entry (see #01352)
1Fh	BYTE	number of directory entry within sector

Note: if FCB opened on character device, DWORD at 1Ah is set to the address of the device driver header, then the BYTE at 1Ah is overwritten.
SeeAlso: #01646

Format of FCB reserved field for DOS 5.0:

Offset	Size	Description (Table 01351)
18h	BYTE	number of system file table entry for file
19h	BYTE	attributes bits 7,6: 00 = SHARE.EXE not loaded, disk file 01 = SHARE.EXE not loaded, character device 10 = SHARE.EXE loaded, remote file 11 = SHARE.EXE loaded, local file or device bits 5-0: low six bits of device attribute word
---SHARE.EXE loaded, local file---		
1Ah	WORD	starting cluster of file on disk
1Ch	WORD	unique sequence number of sharing record
1Eh	BYTE	file attributes
1Fh	BYTE	unused???
---SHARE.EXE loaded, remote file---		
1Ah	WORD	network handle
1Ch	DWORD	network ID
---SHARE not loaded, local device---		
1Ah	DWORD	pointer to device driver header (see #01646)
1Eh	2 BYTEs	unused???
---SHARE not loaded, local file---		
1Ah	BYTE	extra info bit 7: read-only attribute from SFT bit 6: archive attribute from SFT bits 5-0: high bits of sector number
1Bh	WORD	starting cluster of file
1Dh	WORD	low word of sector number containing directory entry (see #01352)
1Fh	BYTE	number of directory entry within sector

INT 21 - DOS 1+ - CLOSE FILE USING FCB
AH = 10h
DS:DX -> File Control Block (see #01345)
Return: AL = status
00h successful
FFh failed
Notes: a successful close forces all disk buffers used by the file to be written and the directory entry to be updated not supported by MS Windows 3.0 DOSX.EXE DOS extender
SeeAlso: AH=0Fh,AH=16h,AH=3Eh

INT 21 - DOS 1+ - SEQUENTIAL READ FROM FCB FILE
AH = 14h
DS:DX -> opened FCB (see #01345)
Return: AL = status
00h successful
01h end of file (no data)
02h segment wrap in DTA
03h end of file, partial record read
Disk Tranfer Area filled with record read from file
Notes: reads a record of the size specified in the FCB beginning at the current file position, then updates the current block and current record fields in the FCB if a partial record was read, it is zero-padded to the full size not supported by MS Windows 3.0 DOSX.EXE DOS extender
SeeAlso: AH=0Fh,AH=15h,AH=1Ah,AH=3Fh"DOS",INT 2F/AX=1108h

INT 21 - DOS 1+ - SEQUENTIAL WRITE TO FCB FILE
AH = 15h
DS:DX -> opened FCB (see #01345)
Disk Tranfer Area contains record to be written
Return: AL = status
00h successful
01h disk full
02h segment wrap in DTA
Notes: writes a record of the size specified in the FCB beginning at the current file position, then updates the current block and current record fields in the FCB if less than a full sector is written, the data is placed in a DOS buffer to be written out at a later time not supported by MS Windows 3.0 DOSX.EXE DOS extender
SeeAlso: AH=0Fh,AH=14h,AH=1Ah,AH=40h,INT 2F/AX=1109h

INT 21 - DOS 1+ - CREATE OR TRUNCATE FILE USING FCB
AH = 16h
DS:DX -> unopened FCB (see #01345), wildcards not allowed
Return: AL = status
00h successful
FFh directory full or file exists and is read-only or locked
Notes: if file already exists, it is truncated to zero length if an extended FCB is used, the file is given the attribute in the FCB; this is how to create a volume

label in the disk's root dir not supported by MS Windows 3.0 DOSX.EXE DOS extender (FAT32 drive) this function will only succeed for creating a volume label; FAT32 does not support FCBs for file I/O
SeeAlso: AH=0Fh,AH=10h,AH=3Ch

INT 21 - DOS 1+ - READ RANDOM RECORD FROM FCB FILE
AH = 21h
DS:DX -> opened FCB (see #01345)
Return: AL = status
00h successful
01h end of file, no data read
02h segment wrap in DTA, no data read
03h end of file, partial record read
Disk Tranfer Area filled with record read from file
Notes: the record is read from the current file position as specified by the random record and record size fields of the FCB the file position is not updated after reading the record if a partial record is read, it is zero-padded to the full size not supported by MS Windows 3.0 DOSX.EXE DOS extender
SeeAlso: AH=14h,AH=22h,AH=27h,AH=3Fh"DOS"

INT 21 - DOS 1+ - WRITE RANDOM RECORD TO FCB FILE
AH = 22h
DS:DX -> opened FCB (see #01345)
Disk Transfer Area contains record to be written
Return: AL = status
00h successful
01h disk full
02h segment wrap in DTA
Notes: the record is written to the current file position as specified by the random record and record size fields of the FCB the file position is not updated after writing the record if the record is located beyond the end of the file, the file is extended but the intervening data remains uninitialized if the record only partially fills a disk sector, it is copied to a DOS disk buffer to be written out to disk at a later time supported by MS Windows 3.0 DOSX.EXE DOS extender
SeeAlso: AH=15h,AH=21h,AH=28h,AH=40h

INT 21 - DOS 1+ - GET FILE SIZE FOR FCB
AH = 23h
DS:DX -> unopened FCB (see #01345), wildcards not allowed
Return: AL = status
00h successful (matching file found)
FCB random record field filled with size in records, rounded up
to next full record
FFh failed (no matching file found)
Notes: not supported by MS Windows 3.0 DOSX.EXE DOS extender MS-DOS returns nonsense if the FCB record number field is set to a very large positive number, and status FFh if negative; DR DOS returns the correct file size in both cases
BUG: APPEND for DOS 3.3+ corrupts DX if the file is not found
SeeAlso: AH=42h

INT 21 - DOS 2+ - "MKDIR" - CREATE SUBDIRECTORY
AH = 39h
DS:DX -> ASCIZ pathname
Return: CF clear if successful
AX destroyed
CF set on error
AX = error code (03h,05h) (see #01680 at AH=59h/BX=0000h)
Notes: all directories in the given path except the last must exist fails if the parent directory is the root and is full DOS 2.x-3.3 allow the creation of a directory sufficiently deep that it is not possible to make that directory the current directory because the path would exceed 64 characters under the FlashTek X-32 DOS extender, the pointer is in DS:EDX
SeeAlso: AH=3Ah,AH=3Bh,AH=6Dh,AX=7139h,AH=E2h/SF=0Ah,AX=43FFh/BP=5053h
SeeAlso: INT 2F/AX=1103h,INT 60/DI=0511h

INT 21 - DOS 2+ - "RMDIR" - REMOVE SUBDIRECTORY
AH = 3Ah
DS:DX -> ASCIZ pathname of directory to be removed
Return: CF clear if successful
AX destroyed
CF set on error
AX = error code (03h,05h,06h,10h) (see #01680 at AH=59h/BX=0000h)
Notes: directory must be empty (contain only '.' and '..' entries) under the FlashTek X-32 DOS extender, the pointer is in DS:EDX
SeeAlso: AH=39h,AH=3Bh,AX=713Ah,AH=E2h/SF=0Bh,INT 2F/AX=1101h,INT 60/DI=0512h

INT 21 - DOS 2+ - "CHDIR" - SET CURRENT DIRECTORY
AH = 3Bh
DS:DX -> ASCIZ pathname to become current directory (max 64 bytes)
Return: CF clear if successful
AX destroyed
CF set on error
AX = error code (03h) (see #01680 at AH=59h/BX=0000h)
Notes: if new directory name includes a drive letter, the default drive is not changed, only the current directory on that drive changing the current directory also changes the directory in which FCB file calls operate under the FlashTek X-32 DOS extender, the pointer is in DS:EDX
SeeAlso: AH=47h,AX=713Bh,INT 2F/AX=1105h

INT 21 - DOS 2+ - "CREAT" - CREATE OR TRUNCATE FILE
AH = 3Ch
CX = file attributes (see #01401)
DS:DX -> ASCIZ filename
Return: CF clear if successful
AX = file handle
CF set on error
AX = error code (03h,04h,05h) (see #01680 at AH=59h/BX=0000h)
Notes: if a file with the given name exists, it is truncated to zero length under the FlashTek X-32 DOS extender, the pointer is in DS:EDX DR DOS checks the system password or explicitly supplied password at the end of the filename against the reserved field in the directory entry before allowing access
SeeAlso: AH=16h,AH=3Dh,AH=5Ah,AH=5Bh,AH=93h,INT 2F/AX=1117h

Bitfields for file attributes:

Bit(s)	Description (Table 01401)
0	read-only
1	hidden
2	system
3	volume label (ignored)
4	reserved, must be zero (directory)
5	archive bit
7	if set, file is shareable under Novell NetWare

INT 21 - DOS 2+ - "OPEN" - OPEN EXISTING FILE
AH = 3Dh
AL = access and sharing modes (see #01402)
DS:DX -> ASCIZ filename
CL = attribute mask of files to look for (server call only)
Return: CF clear if successful
AX = file handle
CF set on error
AX = error code (01h,02h,03h,04h,05h,0Ch,56h) (see #01680 at AH=59h)
Notes: file pointer is set to start of file if SHARE or a network is loaded, the file open may fail if the file is already open, depending on the combination of sharing modes (see #01403,#01404) file handles which are inherited from a parent also inherit sharing and access restrictions files may be opened even if given the hidden or system attributes under the FlashTek X-32 DOS extender, the pointer is in DS:EDX DR DOS checks the system password or explicitly supplied password at the end of the filename (following a semicolon) against the reserved field in the directory entry before allowing access sharing modes are only effective on local drives if SHARE is loaded

BUG: Novell DOS 7 SHARE v1.00 would refuse file access in the cases in #01403 marked with [1] (read-only open of a read-only file which had previously been opened in compatibility mode); this was fixed in SHARE v1.01 of 09/29/94
SeeAlso: AH=0Fh,AH=3Ch,AX=4301h,AX=5D00h,INT 2F/AX=1116h,INT 2F/AX=1226h

Bitfields for access and sharing modes:

Bit(s)	Description (Table 01402)
2-0	access mode 000 read only 001 write only 010 read/write 011 (DOS 5+ internal) passed to redirector on EXEC to allow case-sensitive filenames
3	reserved (0)
6-4	sharing mode (DOS 3.0+) (see #01403) 000 compatibility mode 001 "DENYALL" prohibit both read and write access by others 010 "DENYWRITE" prohibit write access by others 011 "DENYREAD" prohibit read access by others 100 "DENYNONE" allow full access by others 111 network FCB (only available during server call)
7	inheritance if set, file is private to current process and will not be inherited by child processes

SeeAlso: #01782,#01403

(Table 01403)
Values of DOS 2-6.22 file sharing behavior:

First Open	Second and subsequent Opens: Compat	Deny All	Deny Write	Deny Read	Deny None
	R W	RW R W	RW R W	RW R W	RW R W
Compat R	Y Y Y	N N N	1 N N	N N N	1 N N
W	Y Y Y	N N N	N N N	N N N	N N N
RW	Y Y Y	N N N	N N N	N N N	N N N
Deny All R	C C C	N N N	N N N	N N N	N N N
W	C C C	N N N	N N N	N N N	N N N
RW	C C C	N N N	N N N	N N N	N N N
Deny Write R	2 C C	N N N	Y N N	N N N	Y N N
W	C C C	N N N	N N N	Y N N	Y N N
RW	C C C	N N N	N N N	N N N	Y N N
Deny Read R	C C C	N N N	N Y N	N N N	N Y N
W	C C C	N N N	N N N	N Y N	N Y N
RW	C C C	N N N	N N N	N Y N	N Y N
Deny None R	2 C C	N N N	Y Y Y	N N N	Y Y Y
W	C C C	N N N	N N N	Y Y Y	Y Y Y
RW	C C C	N N N	N N N	N N N	Y Y Y

Legend: Y = open succeeds, N = open fails with error code 05h
C = open fails, INT 24 generated
1 = open succeeds if file read-only, else fails with error code
2 = open succeeds if file read-only, else fails with INT 24
SeeAlso: #01636,#01404

(Table 01404)
Values for DOS 7.x file sharing behavior:

First Open	Second and subsequent Opens: Compat	Deny All	Deny Write	Deny Read	Deny None
	R W	RW A	R W	RW A	R W	RW A	R W	RW A	R W	RW A
Compat R	Y Y Y	N N N	Y N N	Y	N N N	Y N N	Y
W	Y Y Y	C N N N	N N N	N	N N N	Y N N	Y
RW	Y Y Y	C N N N	N N N	N	N N N	Y N N	Y
NA	Y C C	Y N N N	Y N N	Y	N N N	Y N N	Y
Deny All R	C C C	C N N N	N N N	N	N N N	N N N	N
W	C C C	C N N N	N N N	N	N N N	N N N	N
RW	C C C	C N N N	N N N	N	N N N	N N N	N
NA	C C C	C N N N	N N N	N	N N N	N N N	N
Deny Write R	Y C C	Y N N N	Y N N	Y	N N N	Y N N	Y
W	C C C	C N N N	N N N	N	Y N N	Y N N	Y
RW	C C C	C N N N	N N N	N	N N N	Y N N	Y
NA	Y C C	Y N N N	Y N N	Y	N N N	Y N N	Y
Deny Read R	C C C	C N N N	N Y N	N	N N N	N Y N	N
W	C C C	C N N N	N N N	N	N Y N	N Y N	N
RW	C C C	C N N N	N N N	N	N N N	N Y N	N
NA	Y Y Y	Y N N N	Y Y Y	Y	N N N	Y Y Y	Y
Deny None R	Y Y Y	Y N N N	Y Y Y	Y	N N N	Y Y Y	Y
W	C C C	C N N N	N N N	N	Y Y Y	Y Y Y	Y
RW	C C C	C N N N	N N N	N	N N N	Y Y Y	Y
NA	Y Y Y	Y N N N	Y Y Y	Y	N N N	Y Y Y	Y

Legend: R -> reading, W -> writing, RW -> both reading & writing,
A/NA -> reading without access time update
Y = open succeeds, N = open fails with error code 05h
C = open fails, INT 24 generated
SeeAlso: #01403,#01636

INT 21 - DOS 2+ - "CLOSE" - CLOSE FILE
AH = 3Eh
BX = file handle
Return: CF clear if successful
AX destroyed
CF set on error
AX = error code (06h) (see #01680 at AH=59h/BX=0000h)
Notes: if the file was written to, any pending disk writes are performed, the time and date stamps are set to the current time, and the directory entry is updated recent versions of DOS preserve AH because some versions of Multiplan had a bug which depended on AH being preserved
SeeAlso: AH=10h,AH=3Ch,AH=3Dh,INT 2F/AX=1106h,INT 2F/AX=1227h

INT 21 - DOS 2+ - "READ" - READ FROM FILE OR DEVICE
AH = 3Fh
BX = file handle
CX = number of bytes to read
DS:DX -> buffer for data
Return: CF clear if successful
AX = number of bytes actually read (0 if at EOF before call)
CF set on error
AX = error code (05h,06h) (see #01680 at AH=59h/BX=0000h)
Notes: data is read beginning at current file position, and the file position is updated after a successful read the returned AX may be smaller than the request in CX if a partial read occurred if reading from CON, read stops at first CR under the FlashTek X-32 DOS extender, the pointer is in DS:EDX
BUG: Novell NETX.EXE v3.26 and 3.31 do not set CF if the read fails due to a record lock (see AH=5Ch), though it does return AX=0005h; this has been documented by Novell
SeeAlso: AH=27h,AH=40h,AH=93h,INT 2F/AX=1108h,INT 2F/AX=1229h

Exemplos e Exercícios

Exemplos

Nesta secção estão exemplificados alguns programas (e devidamente comentados) em *assembly* para o 8086, usando quer o *debug* quer o *Tasm/Tlink*.

Exemplos usando o *debug*

➲ *Exemplo 1*

Programa para colocar o valor 1Ah em AX, FFh em BX, e somar os dois valores, gravando no final o programa num ficheiro ex1_debg.com.

```
-a
0CB8:0100 mov ax,001a          ; coloca o valor 001ah em AX
0CB8:0103 mov bx,00ff          ; coloca o valor 00ffh em BX
0CB8:0106 add ax,bx            ; Soma os dois valores e coloca o resultado em AX
0CB8:0108 int 20               ; finaliza o programa
0CB8:010A
-h 10a 100                     ; calcula o espaço ocupado pelo programa
020A  000A
-n ex1_debg.com                ; dá o nome ao programa
-rcx                           ; edita CX para conter o tamanho do programa
CX 0000
:000a
-w                             ; escreve o programa no disco
Writing 0000A bytes
-
```

Como adicional, carregar o programa no *debug*, verificar se está correcto, e correr o programa de uma só vez, e no modo passo a passo.

➲ *Exemplo 2*

Este programa mostra 15 vezes no ecran a string de caracteres.

```
- a100
0C1B:0100 jmp 125             ;Salta para o endereço 125h
0C1B:0102 [Enter]
- e 102 'Hello, How are you ?' 0d 0a '$'
- a125
0C1B:0125 MOV DX,0102         ;Copia a string para registo DX
0C1B:0128 MOV CX,000F         ;Quantas vezes a string será mostrada
0C1B:012B MOV AH,09           ;Copia o valor 09 para registo AH
0C1B:012D INT 21              ;Mostra a string
0C1B:012F DEC CX              ;Subtrai 1 de CX
0C1B:0130 JCXZ 0134           ;Se CX é igual a 0 salta para o endereço 0134
0C1B:0132 JMP 012D            ;Salta ao endereço 012D
0C1B:0134 INT 20              ;Finaliza o programa
```

➲ *Exemplo 3*

Este programa muda o formato do cursor.

```
-a100
297D:0100 MOV AH,01           ;Função para mudar o cursor
297D:0102 MOV CX,0007         ;Formata o cursor
297D:0105 INT 10              ;Chama interrupção do BIOS
297D:0107 INT 20              ;Finaliza o programa
```

➲ *Exemplo 4*

Este programa usa a interrupção 21h do DOS. Usa duas funções da mesma: a primeira lê um caractere do teclado (função 1) e a segundo escreve um caractere no ecran. O programa lê caracteres do teclado até encontrar um ENTER.

```
-a100
297D:0100 MOV AH,01           ;Função 1 (lê caractere do teclado)
297D:0102 INT 21              ;Chama interrupção do DOS
297D:0104 CMP AL,0D           ;Compara se o caractere lido é um ENTER
297D:0106 JNZ 0100            ;Se não é, lê um outro caractere
297D:0108 MOV AH,02           ;Função 2 (escreve um caractere na tela)
297D:010A MOV DL,AL           ;Character to write on AL
297D:010C INT 21              ;Chama interrupção do DOS
297D:010E INT 20              ;Finaliza o programa
```

➲ *Exemplo 5*

Este programa mostra no ecran um número binário através de um ciclo condicional (LOOP) usando a rotação do byte.

```
-a100
297D:0100 MOV AH,02           ;Função 2 (escreve um caractere no ecran)
297D:0102 MOV CX,0008         ;Põe o valor 0008 no registrador CX
297D:0105 MOV DL,00           ;Põe o valor 00 no registo DL
297D:0107 RCL BL,1            ;Roda o byte em BL um bit para a esquerda
297D:0109 ADC DL,30           ;Converte o registo de flag para 1
297D:010C INT 21              ;Chama interrupção do DOS
297D:010E LOOP 0105           ;Salta se CX > 0 para o endereço 0105
297D:0110 INT 20              ;Finaliza o programa
```

➲ *Exemplo 6*

Este programa imprime um valor zero em dígitos hexadecimais.

```
-a100
297D:0100 MOV AH,02           ;Função 2 (escreve um caractere no ecran)
297D:0102 MOV DL,BL           ;Põe o valor de BL em DL
297D:0104 ADD DL,30           ;Adiciona o valor 30 a DL
297D:0107 CMP DL,3A           ;Compara o valor 3A com o conteúdo de DL
                              ;sem afectá-lo, o seu valor apenas modifica o
                              ;estado do flag de carry
297D:010A JL 010F             ;salta ao endereço 010f, se for menor
297D:010C ADD DL,07           ;Adiciona o valor 07 a DL
297D:010F INT 21              ;Chama interrupção do DOS
297D:0111 INT 20              ;Finaliza o programa
```

➲ *Exemplo 7*

Este programa é usado para imprimir dois dígitos hexadecimais.

```
-a100
297D:0100 MOV AH,02           ;Função 2 (escreve um caractere no ecran)
297D:0102 MOV DL,BL           ;Põe o valor de BL em DL
297D:0104 AND DL,0F           ;Transporta fazendo AND dos números bit a bit
297D:0107 ADD DL,30           ;Adiciona 30 a Dl
297D:010A CMP DL,3A           ;Compara Dl com 3A
297D:010D JL 0112             ;Salta ao endereço 0112, se menor
297D:010F ADD DL,07           ;Adiciona 07 a DL
```

```
297D:0112 INT 21              ;Chama interrupção do DOS
297D:0114 INT 20              ;Finaliza o programa
```

➲ *Exemplo 8*

Este programa imprime o primeiro de dois dígitos hexadecimais.

```
-a100
297D:0100 MOV AH,02           ;Função 2 (escreve um caractere no ecran)
297D:0102 MOV DL,BL           ;Põe o valor de BL em DL
297D:0104 MOV CL,04           ;Põe o valor 04 em CL
297D:0106 SHR DL,CL           ;Desloca os 4 bits mais altos do número ao nibble mais à direita
297D:0108 ADD DL,30           ;Adiciona 30 a DL
297D:010B CMP DL,3A           ;Compara Dl com 3A
297D:010E JL 0113             ;Salta ao endereço 0113, se menor
297D:0110 ADD DL,07           ;Adiciona 07 a DL
297D:0113 INT 21              ;Chama interrupção do DOS
297D:0115 INT 20              ;Finaliza o programa
```

➲ *Exemplo 9*

Este programa imprime o segundo de dois dígitos hexadecimais.

```
-a100
297D:0100 MOV AH,02           ;Função 2 (escreve um caractere no ecran)
297D:0102 MOV DL,BL           ;Põe o valor de BL em DL
297D:0104 MOV CL,04           ;Põe o valor 04 em CL
297D:0106 SHR DL,CL           ;Desloca os 4 bits mais altos do número ao nibble mais à direita.
297D:0108 ADD DL,30           ;Adiciona 30 a DL
297D:010B CMP DL,3A           ;Compara Dl com 3A
297D:010E JL 0113             ;Salta ao endereço 0113, se menor
297D:0110 ADD DL,07           ;Adiciona 07 a DL
297D:0113 INT 21              ;Chama interrupção do DOS
297D:0115 MOV DL,BL           ;Põe o valor de BL em DL
297D:0117 AND DL,0F           ;Transporta fazendo AND dos números bit a bit
297D:011A ADD DL,30           ;Adiciona 30 a DL
297D:011D CMP DL,3A           ;Compara Dl com 3A
297D:0120 JL 0125             ;Salta ao endereço 0125, se menor
297D:0122 ADD DL,07           ;Adiciona 07 a DL
297D:0125 INT 21              ;Chama interrupção do DOS
297D:0127 INT 20              ;Finaliza o programa
```

➲ *Exemplo 10*

Este programa pode ler dois dígitos hexadecimais.

```
-a100
297D:0100 MOV AH,01           ;Função 1 (lê caractere do teclado)
297D:0102 INT 21              ;Chama interrupção do DOS
297D:0104 MOV DL,AL           ;Põe o valor de AL em DL
297D:0106 SUB DL,30           ;Subtrai 30 de DL
297D:0109 CMP DL,09           ;Compara DL com 09
297D:010C JLE 0111            ;Salta ao endereço 0111, se menor ou igual
297D:010E SUB DL,07           ;Subtrai 07 de DL
297D:0111 MOV CL,04           ;Põe o valor 04 em CL
297D:0113 SHL DL,CL           ;Insere zeros ... direita
297D:0115 INT 21              ;Chama interrupção do DOS
297D:0117 SUB AL,30           ;Subtrai 30 de AL
297D:0119 CMP AL,09           ;Compara AL com 09
297D:011B JLE 011F            ;Salta ao endereço 011f, se menor ou igual
297D:011D SUB AL,07           ;Subtrai 07 de AL
297D:011F ADD DL,AL           ;Adiciona AL a DL
297D:0121 INT 20              ;Finaliza o programa
```

➲ *Exemplo 11*

Este programa lê caracteres até receber um que possa ser convertido para um número hexadecimal.

```
-a100
297D:0100 CALL 0200           ;Chama um procedimento
297D:0103 INT 20              ;Finaliza o programa
-a200
297D:0200 PUSH DX             ;Põe o valor de DX na stack
297D:0201 MOV AH,08           ;Função 8
297D:0203 INT 21              ;Chama interrupção do DOS
297D:0205 CMP AL,30           ;Compara AL com 30
297D:0207 JB 0203             ;Salta se CF é activado ao endereço 0203
297D:0209 CMP AL,46           ;Compara AL com 46
297D:020B JA 0203             ;Salta ao endereço 0203, se diferente
297D:020D CMP AL,39           ;Compara AL com 39
297D:020F JA 021B             ;Salta ao endereço 021B, se diferente
297D:0211 MOV AH,02           ;Função 2 (escreve um caractere no ecran)
297D:0213 MOV DL,AL           ;Põe o valor de AL em DL
297D:0215 INT 21              ;Chama interrupção do DOS
297D:0217 SUB AL,30           ;Subtrai 30 de AL
```

```
297D:0219 POP DX              ;Extrai o valor de DX da pilha
297D:021A RET                 ;Retorna o controlo ao programa principal
297D:021B CMP AL,41           ;Compara AL com 41
297D:021D JB 0203             ;Salta se CF é activado ao endereço 0203
297D:021F MOV AH,02           ;Função 2 (escreve um caractere no ecran)
297D:022 MOV DL,AL            ;Põe o valor AL em DL
297D:0223 INT 21              ;Chama interrupção do DOS
297D:0225 SUB AL,37           ;Subtrai 37 de AL
297D:0227 POP DX              ;Extrai o valor de DX da stack
297D:0228 RET                 ;Retorna o controle ao programa principal
```

Exemplos usando o *Tasm/Tlink*

➲ *Exemplo 1*

Este programa lê dois caracteres e apresenta-os no ecran.

```
;nome do programa: one.asm
;
.model small
.stack
.code
       mov AH,1h              ;Função 1 do DOS
       Int 21h                ;lê o caracter e retorna o código ASCII ao registo AL
       mov DL,AL              ;move o código ASCII para o registo DL
       sub DL,30h             ;subtrai de 30h para converter a um dígito de 0 a 9
       cmp DL,9h              ;compara se o dígito está entre 0 e 9
       jle digit1             ;se verdadeiro obtém o primeiro número (4 bits)
       sub DL,7h              ;se falso, subtrai de 7h para converter a uma letra A-F
digit1:
       mov CL,4h              ;prepara para multiplicar por 16
       shl DL,CL              ;multiplica para converter dentro dos 4 bits mais altos
       int 21h                ;obtém o próximo caracter
       sub AL,30h             ;repete a operação de conversão
       cmp AL,9h              ;compara o valor 9h com o conteúdo do registo AL
       jle digit2             ;se verdadeiro, obtém o segundo dígito
       sub AL,7h              ;se falso, subtrai de 7h
digit2:
       add DL,AL              ;adiciona o segundo dígito
       mov AH,4Ch             ;função 4Ch do DOS (exit)
       Int 21h                ;interrupção 21h
End                           ;finaliza o programa
```

➲ *Exemplo 2*

Este programa mostra os caracteres ABCDEFGHIJ no ecran.

```
;nome do programa: two.asm
.model small
.stack
.code
PRINT_A_J PROC
        MOV DL,'A'              ;move o caracter A para o registo DL
        MOV CX,10               ;move o valor decimal 10 para o registo CX
                                ;este valor é usado para fazer um loop com 10 iterações
PRINT_LOOP:
        CALL WRITE_CHAR         ;Imprime o caracter em DL
        INC DL                  ;Incrementa o valor do registo DL
        LOOP PRINT_LOOP         ;Loop para imprimir 10 caracteres
        MOV AH,4Ch              ;Função 4Ch, para sair ao DOS
        INT 21h                 ;Interrupção 21h
PRINT_A_J ENDP                  ;Finaliza o procedimento
WRITE_CHAR PROC
        MOV AH,2h               ;Função 2h, imprime caracter
        INT 21h                 ;Imprime o caracter que está em DL
        RET                     ;Retorna o controle ao procedimento que chamou
        WRITE_CHAR ENDP         ;Finaliza o procedimento
END PRINT_A_J                   ;Finaliza o programa
```

➲ *Exemplo 3*

```
;nome do programa: three.asm
.model small
.STACK
.code
TEST_WRITE_HEX PROC
        MOV DL,3Fh              ;Move o valor 3Fh para o registo DL
        CALL WRITE_HEX          ;Chama a sub-rotina
        MOV AH,4CH              ;Função 4Ch
        INT 21h                 ;Retorna o controlo ao DOS
TEST_WRITE_HEX ENDP             ;Finaliza o procedimento
PUBLIC WRITE_HEX
;.....................................................;
;Este procedimento converte para hexadecimal o byte      ;
;armazenado no registo DL e mostra o dígito          ;
;Use:WRITE_HEX_DIGIT ;
;.....................................................;
```

```
WRITE HEX PROC
       PUSH CX               ;coloca na stack o valor do registo CX
       PUSH DX               ;coloca na stack o valor do registo DX
       MOV DH,DL             ;move o valor do registo DL para o registo DH
       MOV CX,4              ;move o valor 4 para o registo CX
       SHR DL,CL
       CALL WRITE_HEX_DIGIT  ;mostra no ecran o primeiro número hexadecimal
       MOV DL,DH             ;move o valor do registo DH para o registo DL
       AND DL,0Fh
       CALL WRITE_HEX_DIGIT  ;mostra no ecran o segundo número hexadecimal
       POP DX                ;retira da stack o valor do registo DX
       POP CX                ;retira da stack o valor do registo CX
       RET                   ;Retorna o controlo ao procedimento que chamou
WRITE_HEX ENDP
PUBLIC WRITE_HEX_DIGIT
;.....................................................................;
;Este procedimento converte os 4 bits mais baixos do registo DL ;
;para um número hexadecimal e o mostra no ecran do computador ;
;Use: WRITE_CHAR ;
;.....................................................................;
WRITE_HEX_DIGIT PROC
       PUSH DX               ;coloca na stack o valor de DX
       CMP DL,10             ;compara se o número de bits é menor do que 10
       JAE HEX_LETTER        ;se não, salta para HEX_LETER
       ADD DL,"0"            ;se sim, converte para número
       JMP Short WRITE_DIGIT ;escreve o caracter
HEX_LETTER:
       ADD DL,"A"-10         ;converte um caracter para hexadecimal
WRITE_DIGIT:
       CALL WRITE_CHAR       ;imprime o caracter no ecran
       POP DX                ;Retorna o valor inicial do registo DX
                             ;para o registo DL
       RET                   ;Retorna o controlo ao procedimento que chamou
WRITE_HEX_DIGIT ENDP
PUBLIC WRITE_CHAR
;.....................................................................;
;Este procedimento imprime um caracter no ecran usando o D.O.S. ;
;.....................................................................;
WRITE_CHAR PROC
       PUSH AX               ;Coloca na stack o valor do registo AX
       MOV AH,2              ;Função 2h
       INT 21h               ;Interrupção 21h
       POP AX                ;Extrai da stcak o valor de AX
       RET                   ;Retorna o controlo ao procedimento que chamou
WRITE_CHAR ENDP
END TEST_WRITE_HEX           ;Finaliza o programa
```

➲ *Exemplo 4*

Este programa mostra no ecran os números 12345.

```
;nome do programa: four.asm
.model small
.stack
.code
TEST_WRITE_DECIMAL PROC
        MOV DX,12345            ;Move o valor decimal 12345 para o registo DX
        CALL WRITE_DECIMAL      ;Chama o procedimento
        MOV AH,4CH              ;Função 4Ch
        INT 21h                 ;Interrupção 21h
TEST_WRITE_DECIMAL ENDP         ;Finaliza o procedimento
PUBLIC WRITE_DECIMAL
;.............................................................;
;Este procedimento escreve um número de 16 bit como um número ;
;sem sinal em notação decimal ;
;Use: WRITE_HEX_DIGIT ;
;.............................................................;
WRITE_DECIMAL PROC
        PUSH AX                 ;Põe na stack o valor do registo AX
        PUSH CX                 ;Põe na stack o valor do registo CX
        PUSH DX                 ;Põe na stack o valor do registo DX
        PUSH SI                 ;Põe na stack o valor do registo SI
        MOV AX,DX               ;move o valor do registo DX para AX
        MOV SI,10               ;move o valor 10 para o registo SI
        XOR CX,CX               ;coloca o registo CX a zero
NON_ZERO:
        XOR DX,DX               ; coloca o registo DX a zero
        DIV SI                  ;divisão entre SI
        PUSH DX                 ;Põe na stack o valor do registo DX
        INC CX                  ;incrementa CX
        OR AX,AX                ;não zero
        JNE NON_ZERO            ;salta para NON_ZERO
WRITE_DIGIT_LOOP:
        POP DX                  ;Retorna o valor em modo inverso
        CALL WRITE_HEX_DIGIT    ;Chama o procedimento
        LOOP WRITE_DIGIT_LOOP   ;loop
END_DECIMAL:
        POP SI                  ;retira da stack o valor do registo SI
        POP DX                  ;retira da stack o valor do registo DX
        POP CX                  ;retira da stack o valor do registo CX
        POP AX                  ;retira da stack o valor do registo AX
        RET                     ;Retorna o controlo ao procedimento que chamou
WRITE_DECIMAL ENDP              ;Finaliza o procedimento
```

```
PUBLIC WRITE HEX DIGIT
;.....................................................................;
; ;
;Este procedimento converte os 4 bits mais baixos do registo DL ;
;num número hexadecimal e imprime-os ;
;Use: WRITE_CHAR ;
;.....................................................................;
WRITE_HEX_DIGIT PROC
        PUSH DX                 ;Põe na stack o valor do registo DX
        CMP DL,10               ;Compara o valor 10 com o valor do registo DL
        JAE HEX_LETTER          ;se não, salta para HEX_LETER
        ADD DL,"0"              ;se é, converte em dígito numérico
        JMP Short WRITE_DIGIT   ;escreve o caracter
HEX_LETTER:
        ADD DL,"A"-10           ;converte um caracter para um número hexadecimal
WRITE_DIGIT:
        CALL WRITE_CHAR         ;mostra o caracter no ecran
        POP DX                  ;Retorna o valor inicial para o registo DL
        RET                     ;Retorna o controlo ao procedimento que chamou
WRITE_HEX_DIGIT ENDP
PUBLIC WRITE_CHAR
;.....................................................................;
;Este procedimento imprime um caracter no ecran usando uma função D.O.S.;
;.....................................................................;
WRITE_CHAR PROC
        PUSH AX                 ;Põe na stack o valor do registo AX
        MOV AH,2h               ;Função 2h
        INT 21h                 ;Interrupção 21h
        POP AX                  ;Retira da stack o valor inicial do registo AX
        RET                     ;Retorna o controlo ao procedimento que chamou
WRITE_CHAR ENDP
END TEST_WRITE_DECIMAL          ;finaliza o programa
```

➲ *Exemplo 5*

Este programa mostra no ecran o valor dos 256 caracteres do código ASCII.

```
;nome do programa: five.asm
.model small
.stack
.code
PRINT_ASCII PROC
        MOV DL,00h              ;move o valor 00h para o registo DL
        MOV CX,255              ;move o valor decimal 255 para o registo CX
```

```
                        ;usado para fazer um loop com 255 iteracões
PRINT_LOOP:
        CALL WRITE_CHAR     ;Chama o procedimento que imprime
        INC DL              ;Incrementa o valor do registo DL
        LOOP PRINT_LOOP     ;Loop para imprimir 10 caracteres
        MOV AH,4Ch          ;Função 4Ch
        INT 21h             ;Interrupção 21h
PRINT_ASCII ENDP            ;Finaliza o procedimento
WRITE_CHAR PROC
        MOV AH,2h           ;Função 2h para imprimir um caracter
        INT 21h             ;Imprime o caracter que está em DL
        RET                 ;Retorna o controlo ao procedimento que chamou
WRITE_CHAR ENDP             ;Finaliza o procedimento
END PRINT_ASCII             ;Finaliza o programa
```

Bibliografia

John Uffenbeck, “The 80x86 Family: Design, Programming, and Interfacing”, Prentice Hall

James L. Antonakos, “An Introduction to the INTEL Family of Microprocessors”, Prentice Hall

Hans-Peter Messner, “The Indespensable PC Hardware Book”, Addison-Wesley

Victor S. Gonçalves, “Apontamentos de Microprocessadores”, ENIDH

Hugo Eduardo Pérez P., “Tutorial de Linguagem Assembly”

www.intel.com

Ralf Brown, “80x86 Interrupt List”