



Faculdade de Computação e Engenharia Elétrica
Microprocessadores e Microcontroladores

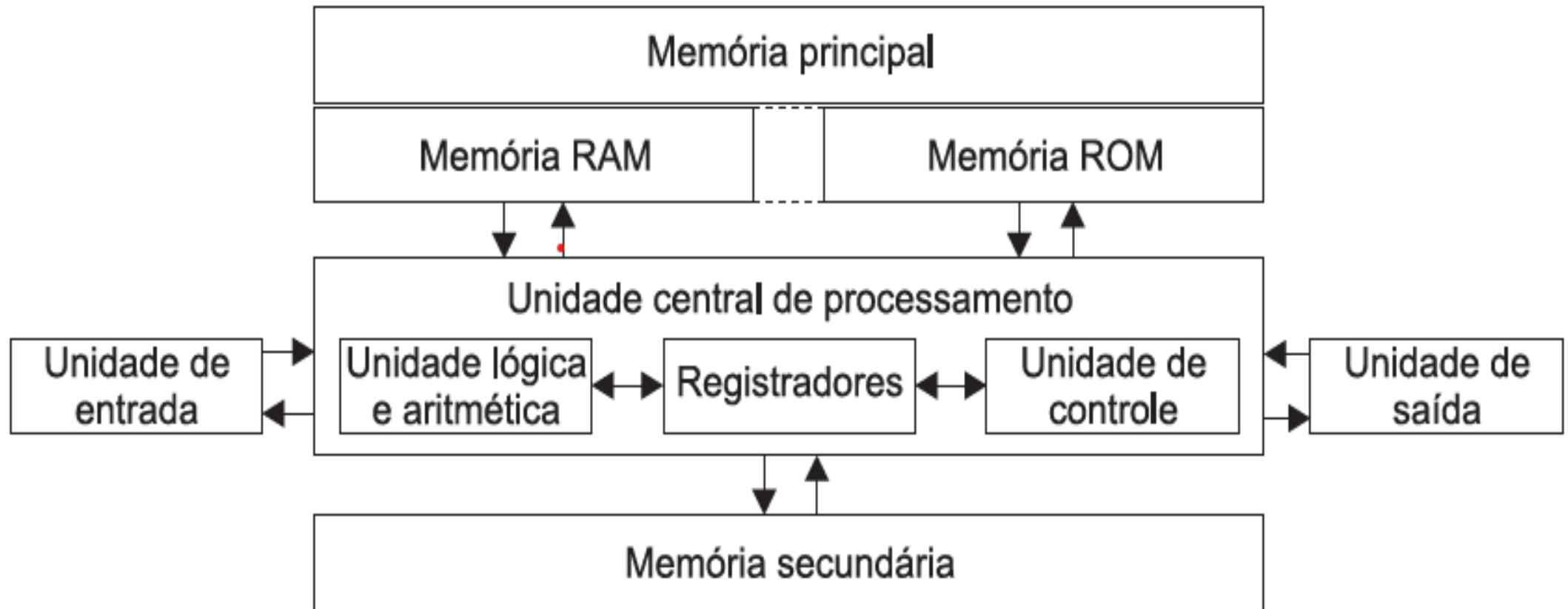
Arquitetura dos
microprocessadores IBM-PC
8086/8088

Prof. Dr. Elton Alves

Objetivo

- ❑ Apresentar conceitos para a utilização da linguagem de programação de computadores Assembly para microprocessadores Intel e AMD, família x86 (8086-8088).

Conceitos Fundamentais: Sistema Computacional



Conceitos Fundamentais: Sistema Computacional

- ❑ Memória principal se divide em memória RAM (*Random Access Memory* - memória de acesso randômico) e memória ROM (*Read Only Memory* - memória somente de leitura).
- ❑ A memória RAM é o local onde os programas e dados são armazenados para a operação do sistema.
- ❑ Na memória ROM se encontra armazenado o programa básico de entrada e saída do sistema, e os dados armazenados nessa memória somente são lidos, não sendo nenhum dado escrito.
- ❑ Por meio do BUS os sinais binários são transportados entre as unidades de barramento e de execução para a comunicação com a memória.

CPU

- CPU tem a função de **controlar a leitura e escrita de dados e informações nos registradores gerais, temporários, de endereçamentos e de estado** (registradores são células de memória usadas para armazenamento temporário de dados, localizadas na memória RAM).
- Além de **controlar o tráfego de dados** que passa pelo barramento de dados e executar as instruções de um programa em uso.



Microprocessador Intel 8086.

Memória

- ❑ É a parte responsável por armazenar dados para que eles possam ser controlados posteriormente.
- ❑ A unidade de memória opera em conjunto com a CPU, mas não faz parte direta da CPU.
- ❑ A unidade de memória se divide em duas partes, a saber:
 - A memória principal é conhecida pelo nome de memória RAM (Random Access Memory), ou seja, memória de acesso aleatório.
 - Pelo fato de essa memória ser volátil, torna-se necessária a utilização de memórias secundárias, quando se deseja manter uma informação ou dados gravados.
 - A memória secundária também é referenciada pelo termo memória auxiliar ou memória de massa.

Unidades de Entrada e Saída

- As unidades de entrada e de saída são os componentes responsáveis pela comunicação do mundo exterior com um computador e vice-versa

Organização de dados

- **Bit** é a menor informação que pode ser manipulada em um computador.
- O conjunto de bits mais conhecido é o **byte** (conjunto de oito bits, em português octeto).
- Partindo da premissa de que um **computador digital manipula bits de dados em memória**, e esses bits são representados apenas pelos valores binários 1 (**um - circuito ligado**) e 0 (**zero - circuito desligado**), torna-se óbvia a necessidade de combinar esses valores para que se consigam sinais diferentes.
- Se um computador digital possuísse a capacidade de manipular apenas dois bits, ele conseguiria representar no máximo quantos valores diferentes?

Nibble

- ❑ É um conjunto numérico de quatro bits (quarteto).
- ❑ Menor estrutura numérica manipulada internamente em um computador digital.

Tabela 2.1 - Valores que podem ser armazenados em um *nibble* de memória:

Decimal	Hexadecimal	Binário
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
10	A	1010
11	B	1011
12	C	1100
13	D	1101
14	E	1110
15	F	1111

Word

- ❑ Representa um conjunto de dezesseis bits.
- ❑ Com a estrutura de dados word é possível representar numericamente até 65.536 ($2^{\text{elevado a } 16}$) valores diferentes.

Tabela 2.4 - Estrutura de um word de memória

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Byte mais significativo								Byte menos significativo							
Nibble 3				Nibble 2				Nibble 1				Nibble 0			
Nibble mais sig.												Nibble menos sig.			

Histórico da Evolução dos Microprocessadores

- ❑ **1946 – ENIAC** – (*Electronic Numerical Integrator and Computer*) – 1º Computador de propósito geral a válvula: 18.000 válvulas, 30 toneladas, 15.000 pés quadrados, 140 kW.
- ❑ **1946 – VON NEWMANN MACHINE** – A Máquina de Von Newman, ou “Máquina de Turing” introduziu o conceito de programa armazenado (*Stored Programa Concept*) no qual a memória conteria, além de dados, programas.
- ❑ **1950 – UNIVAC** – (*Universal Automatic Computer*) – Lançado pela SPERRY, foi o 1o Computador de aplicação científica e comercial.
- ❑ **1947 – TRANSISTOR** – Invenção do transistor pelos cientistas John Bardeen, William Shockley e Walter Brattain. Passou a ser usado em escala comercial somente em 1952 pela Bell Laboratories.

Histórico da Evolução dos Microprocessadores

- ❑ **1958 – CIRCUITO INTEGRADO** – O engenheiro Jack Kilby, da Texas Instruments, criou o Circuito Integrado.
- ❑ **1971 – 4004 (INTEL)** – 1º microprocessador a ser lançado, de 4 bits, com aplicação voltada para calculadoras (manipulação de números em BCD) - 45 instruções - 640 Bytes de memória - clock de 108 KHz - 60.000 instruções/seg. - 2.300 transistores.
- ❑ **1972 – 8008 (INTEL)** – 1º microprocessador de 8 bits, com aplicação voltada para terminais (que trabalham com caracteres - codificação ASCII) - 48 instruções - 16KB de memória - clock de 200 KHz - 300.000 instruções/seg. 3500 transistores.

Microprocessador 8086/8088

- ❑ 1974 – 8080 (INTEL) - Processador de 8 bits, de propósito geral - 72 instruções - opera com 12V - clock de 2 MHz - 640.000 instruções/s. 64KB de memória. 6.000 transistores.
- ❑ 1976 – 8085 (INTEL) – “8080” operando com 5V - 2 instruções a + que o 8080 - melhor performance. 5 MHz - 370.000 instruções/s. 6500 transistores.
- ❑ 1978 – 8086 (INTEL) - Processador 16 bits (barram. externo de 16 bits e registradores de 16 bits). 5 MHz - 0.33MIPS, 8 MHz - 0.66 MIPS e 10 MHz - 0.75 MIPS. 29.000 transistores.
- ❑ 1979 – 8088 (INTEL) - Processador 16 bits (barram. externo de 8 bits e registradores de 16 bits) – 133 instruções - chip utilizado no primeiro PC em 1981. O PC/XT seria lançado em 1983 com HD de 10 MB e 128 Kbyte RAM.

Histórico da Evolução dos Microprocessadores

- ❑ 1982 – 80186/188 - 80286 - 80287 (INTEL) – PC/AT – 16 bits, modo protegido, 24 linhas endereços.
- ❑ 1985 – 80386 (INTEL) – Processador de 32 bits - bus ext. de dados de 32bits - 275.000 transistores. 16MHz -2.5 MIPS, 20 MHz - 2.5 MIPS, 25 MHz - 2.7 MIPS, 33 MHz - 2.9 MIPS.
- ❑ 1989 – 80486 (INTEL) - Processador de 32 bits: “386” que incorpora o 387 (coprocessador), cache interna (L1) de 8KB e maior performance - 235 instruções - 1,2 milhões de transistores. 25 MHz - 20 MIPS, 33 MHz - 27 MIPS, 50 MHz - 41 MIPS.

Histórico da Evolução dos Microprocessadores

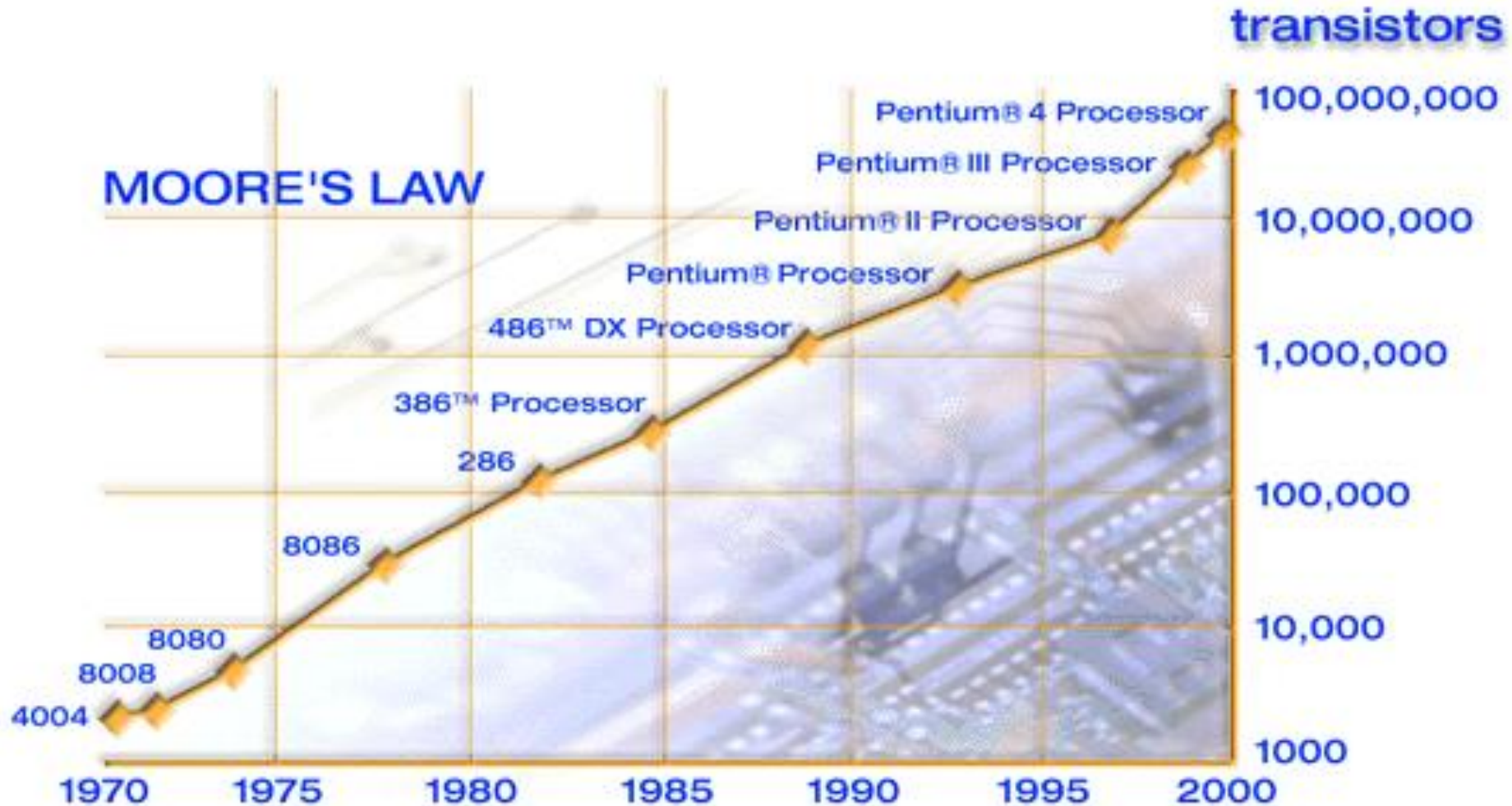
- ❑ 1993 – Pentium 60 MHz e 66 MHz - Processador de 32 bits – bus ext. de 64 bits - 5V - 3 milhões de transistores. Primeiro processador de 5ª geração.
- ❑ 1997 – Pentium II 233, 266, 300MHz – utiliza o slot I. 7,5 milhões de transistores (tecnologia 0.35 micron), cache L2 com 512kB - 242 pinos - 64GB de memória endereçável. Poder de processamento de 32 bits do Pentium Pro e maior eficiência no processamento de 16 bits. Instruções MMX.
- ❑ 1999 – Pentium III 450 e 500 MHz (até 1,2 GHz) – Barramento de sistema de 100 MHz ou 133 MHz, cache L2 de 512 kB, processador de 32 bits, 9,5 milhões de transistores, tecnologia 0.25 micron, 64 GB de memória endereçável. 70 novas instruções voltadas para multimídia e processamento 3D.

Histórico da Evolução dos Microprocessadores

- **2000 – Pentium IV** – até 2 GHz, barramento de sistema de 400 MHz, Cachê L1 de 32 kB e L2 de 256 kB, 42 milhões de transistores.



Número de transistores em um Microprocessador



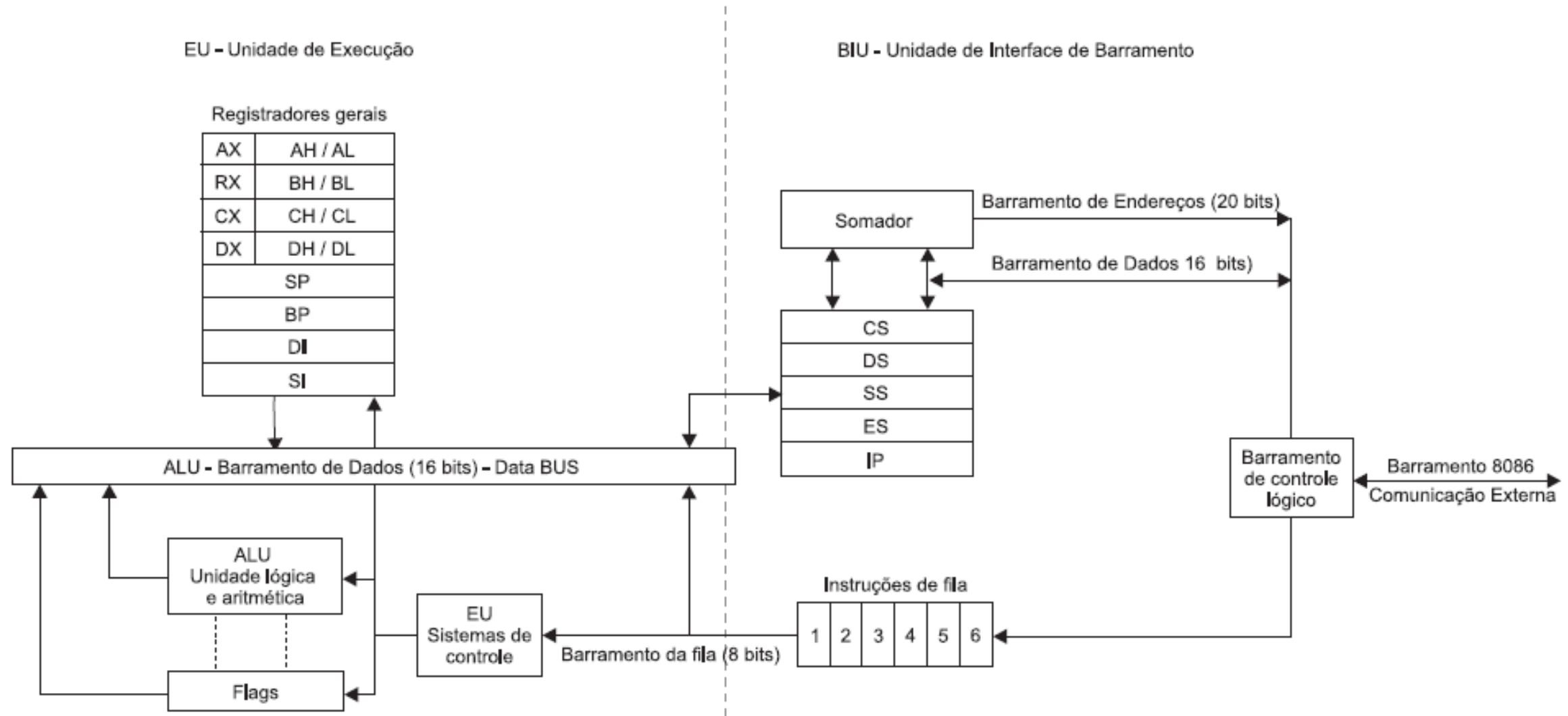
Evolução do número de transistores no microprocessador

Processador	Ano de Introdução	Número de transistores	Barramento de dados (bits)	Capacidade de endereçamento
4004	1971	2.250	4	1 kB
8008	1972	2.500	8	16 kB
8080	1974	5.000	8	64 kB
8085	1976	6.500	8	64 kB
8086	1978	29.000	16	1 MB
8088	1979	29.000	16	1 MB
286	1982	120.000	16	16 MB
386™	1985	275.000	32	4 GB
486™ DX	1989	1.180.000	32	4 GB
Pentium®	1993	3.100.000	32	4 GB
Pentium II	1997	7.500.000	32	4 GB
Pentium III	1999	24.000.000	32	4 GB
Pentium 4	2000	42.000.000	32	4 GB

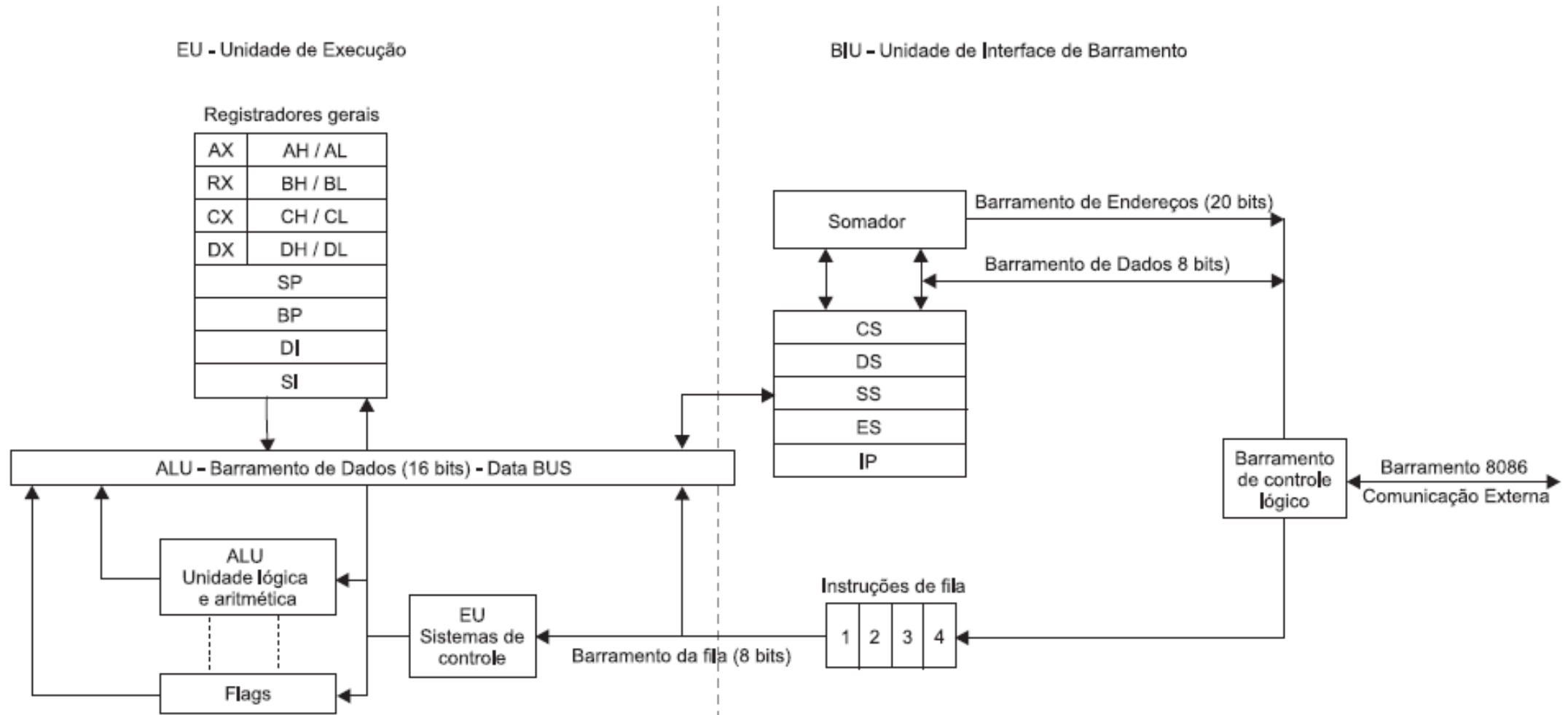
Microprocessador 8086/8088

- ❑ O microprocessador 8086 foi apresentado pela empresa Intel no ano de 1978 (principal finalidade de ser usado em calculadoras desenvolvidas pela empresa Intel).
- ❑ Ninguém imaginou, em 1978, que o microprocessador 8086 poderia ser utilizado como “cérebro” de um microcomputador.
- ❑ Na época todos os periféricos fabricados operavam com barramento de dados (bus) de 8 bits.
- ❑ O microprocessador 8086 operava internamente a 16 bits e se comunicava externamente a 16 bits.
- ❑ O microprocessador 8088 é uma versão simplificada do 8086 (operava internamente a 16 bits, comunicava-se externamente a 8 bits).
- ❑ Os microprocessadores 8086 e 8088 são idênticos no nível de processamento interno, tendo como diferença o barramento de dados para comunicação com periféricos externos.

Microprocessador 8086



Microprocessador 8088



Registadores 8086/806

- ❑ 8086 utilizam registradores para efetivar armazenamento temporário de dados em memória.
- ❑ Registradores estão intimamente relacionados a estrutura do microprocessador em uso.

Registadores gerais			
AX	AH	AL	Accumulated extended
BX	BH	BL	Base extended
CX	CH	CL	Count extended
DX	DH	DL	Data extended

Registadores de segmento		
CS		Code segment
DS		Data segment
ES		Extra data segment
SS		Stack segment

Registadores ponteiros		
SI		Source index
DI		Destination index
SP		Stack pointer
BP		Base pointer
IP		Instruction pointer

Registadores de estado																	
F					O	D	I	T	S	Z		A		P		C	Flags
	1	1	1	1	1	1											
	5	4	3	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

Registadores Gerais (Processador 8088/8086)

□ 4 registradores de uso geral:

✓ **AX** - Acumulador.

✓ **BX** - Base.

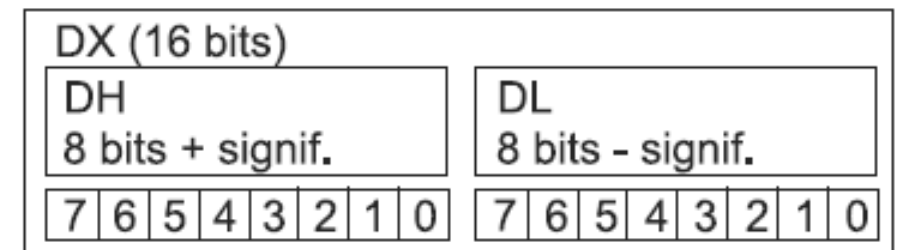
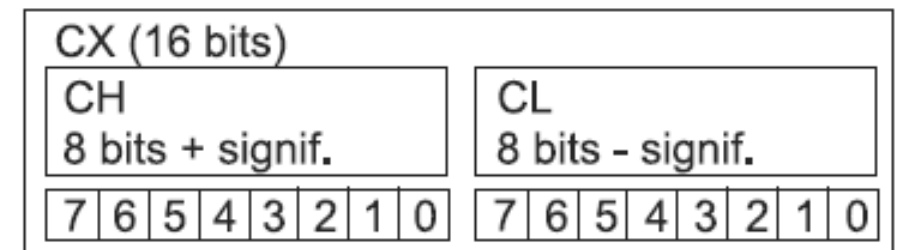
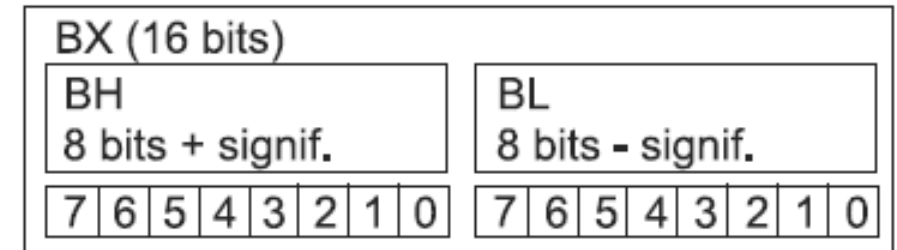
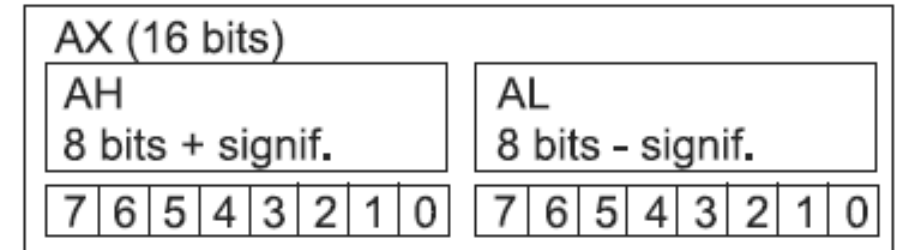
✓ **CX** - Contador

✓ **DX** - Dados

• Podem ser divididos em registradores de 8 bits.

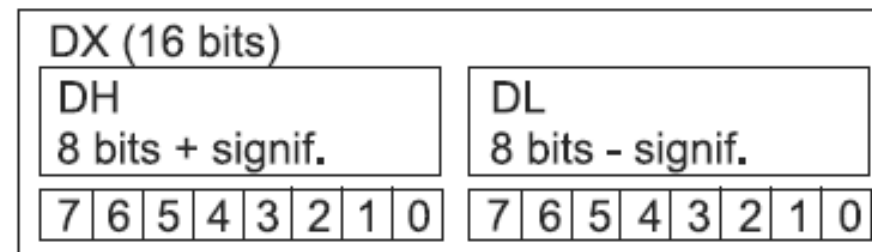
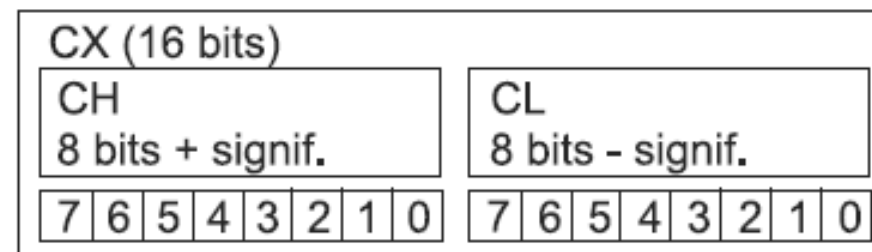
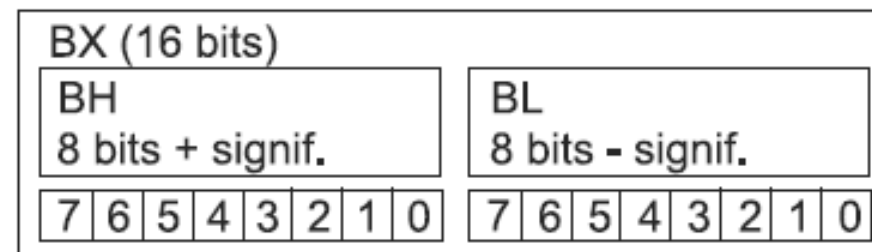
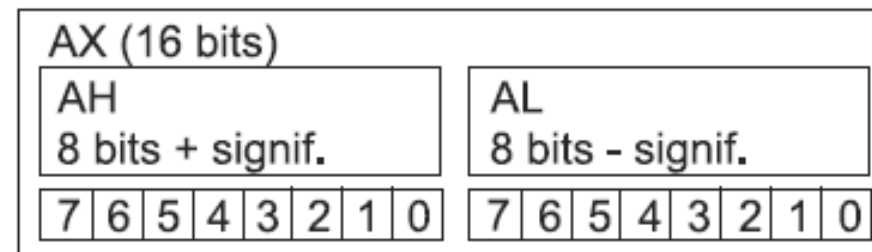
- Exemplo:

• **AH** e **AL**(byte alto e byte baixo de **AX**).



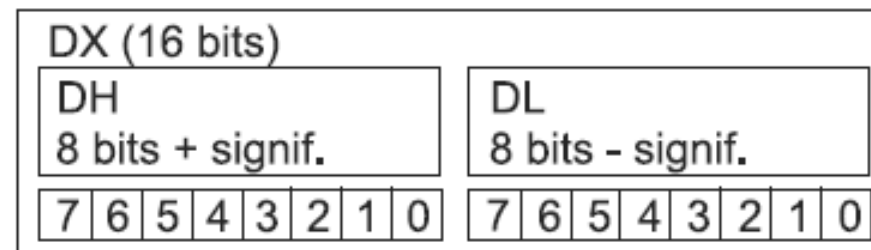
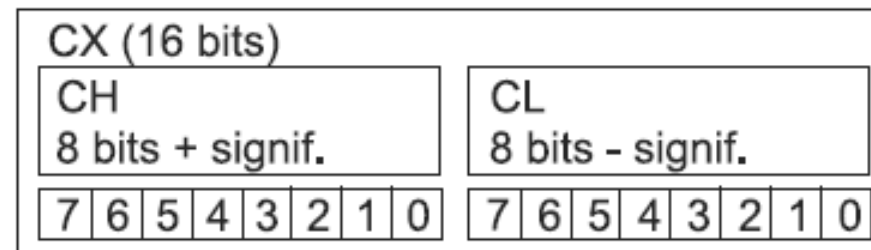
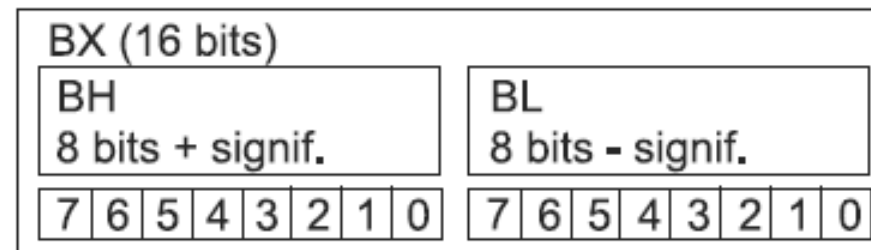
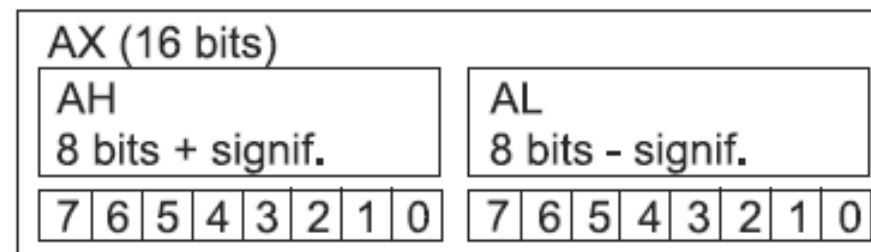
Registrador AX - Acumulador

❑ O registrador geral **AX** (**AH-AL**) pode ser utilizado em **operações aritméticas**, acessos de portas de **entrada e saída**, **chamadas de interrupções**, **transferência de dados**, entre outras possibilidades.



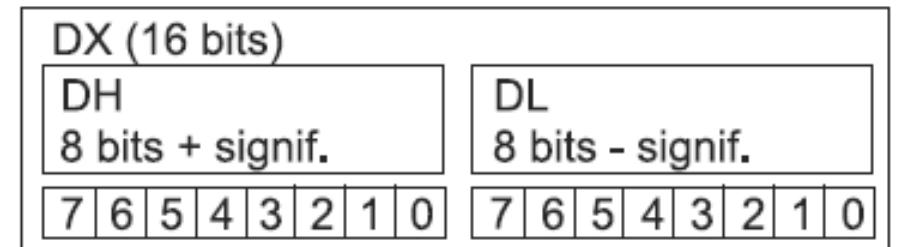
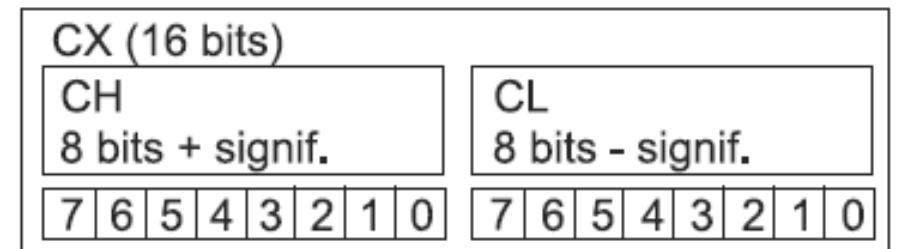
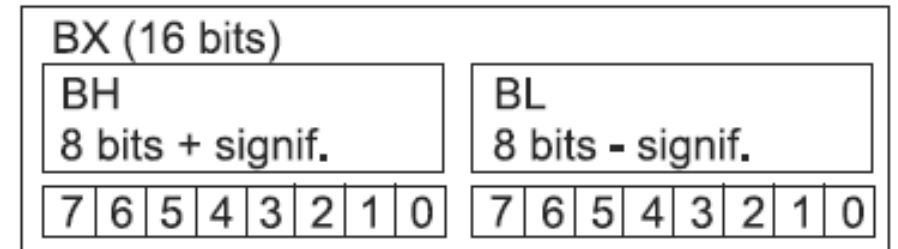
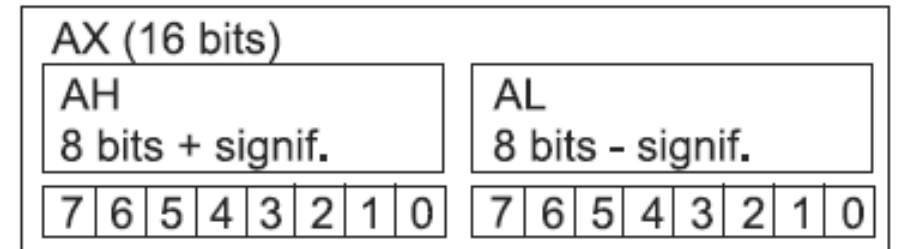
Registrador BX - Base

❑ O registrador geral **BX** (**BH**-**BL**) pode ser utilizado como **ponteiro** para acessar a memória no sentido de obter algum **valor de retorno** ou mesmo definir valores que serão usados para **auxiliar** operações aritméticas efetuadas com o registrador AX.



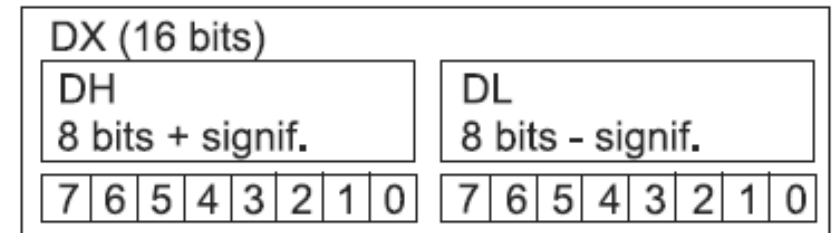
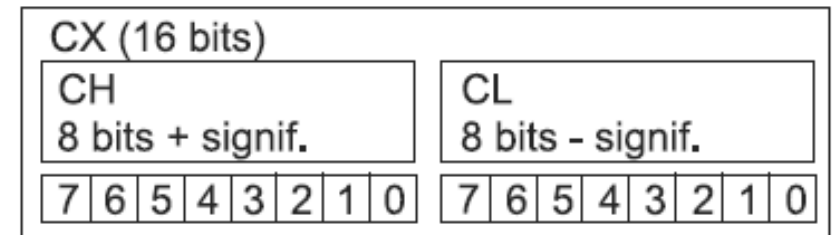
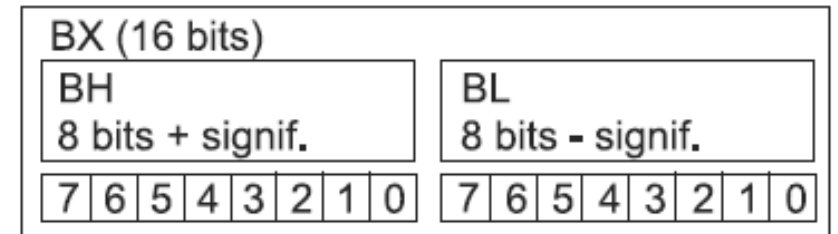
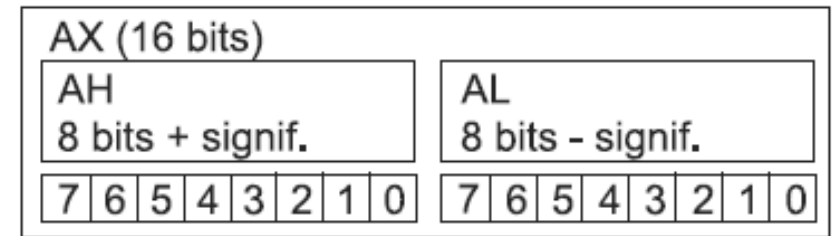
Registrador CX - Contador

❑ O registrador geral **CX** (**CH-CL**) também é usado para receber alguns valores de interrupções, mas sua principal finalidade é servir como contador de laços de repetição e operações de deslocamento (shift) registradas em CL.



Registrador DX - Dados

❑ O registrador geral **DX** (**DH-DL**) é usado em **operações aritméticas** (mais precisamente em operações de multiplicação para armazenamento da parte de um produto de 32 bits e também em operações de divisão para o armazenamento do resto da divisão), **acessos de portas de entrada, acessos a portas de saída, em chamadas de interrupções** e apontamento de **endereços de memória** para deslocamentos.



Registradores de Segmento (Processador 8088/8086)

❑ Os registradores de segmento (segment registers) CS (Code Segment - segmento de código), DS (Data Segment - segmento de dados), ES (Extra Segment –segmento extra) e SS (Stack Segment - segmento de pilha) têm 16 bits e são utilizados para acessar uma determinada área de memória, ou seja, para auxiliar o microprocessador a encontrar o caminho pela memória do computador.

Registradores de Segmento (Processador 8088/8086)

- ❑ **CS** (Segmento de código): contém o endereço da área com as instruções de máquina em execução.
- ✓ **DS** (Segmentos de dados): contém o endereço da área com dados do programa.
- ✓ **SS** (Segmento de pilha): contém o endereço da área com a pilha. Que armazena informações importantes sobre o estado da máquina, variáveis locais, endereço de retorno e parâmetros de sub-rotinas.
- ✓ **ES** (Segmento extra): utilizado para ganhar acesso a alguma área da memória quando não é possível usar os outros registradores.

Registadores de OFFSET (Deslocamento)

- ❑ Os registradores de deslocamento (apontamento), também denominados registadores de índice, estão associados ao acesso de uma determinada posição de memória previamente conhecida, com a utilização dos registadores de segmento. Os registradores de deslocamento pertencem ao grupo de ponteiros e índices (*pointer and index group*).
- ❑ Os registradores de ponteiros são cinco de 16 bits. Diferentemente dos registradores gerais, eles não podem ser divididos em registradores de 8 bits.

Registadores de OFFSET (Deslocamento)

□ 5 registradores de offset:

- ✓ **PC** ou **IP** (*Instruction Pointer*): usado em conjunto com o **CS** para apontar a próxima instrução.
- ✓ **SI(source index)** e **DI(destiny index)**: utilizados para mover blocos de bytes de um lugar (SI) para outro (DI) e como ponteiros para endereçamento (junto com os registradores CS, DS, SS e ES).
- ✓ **BP(Base Pointer)**: usado em conjunto com o **SS** para apontar a base da pilha.
- ✓ **SP(Stack Pointer)**: usado em conjunto com o **SS** para apontar o topo da pilha.

Registadores de estados - Flags

❑ Os registradores de estado são considerados os mais importantes meios para a sinalização da efetivação de operações lógicas, aritméticas, manipulação de blocos e interrupções.

❑ Indicam o estado de comportamento do microprocessador quando da execução de alguma instrução da linguagem de programação Assembly.

Registadores de estado (Flags)															
				O	D	I	T	S	Z		A		P		C
1	1	1	1	1	1										
5	4	3	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

C = Carry

P = Parity

A = Auxiliary carry

Z = Zero

S = Sign

T = Trap

I = Interrupt enable

D = Direction

O = Overflow

Registradores de estados - Flags

- O flag está vinculado ao fato de uma ação ser ou não executada. Se uma determinada ação é executada, o flag (a bandeira) é levantado, indicando que a ação ocorreu (**valor 1**). Quando a bandeira está abaixada, é sinal de que a ação em questão não sofreu nenhum tipo de alteração (**valor 0**). Os flags do registrador de estado são independentes, mas por questões de conveniência são agrupados no mesmo conjunto de registrador de estado.

Registadores de estados - Flags

- ❑ 1 registrador de estado do processador (PSW):
 - ✓ Registrador especial composto por sinalizadores (*flags*) que ajudam a determinar o **estado atual** do processador.
 - ✓ Apenas 9 bits são utilizados.
 - 4 mais utilizados: **ZF**-zero; **CF**-*carry* (“vai um”) ou *borrow* (“vem um”); **SF**-sinal; e **OF**-*overflow* ou *underflow*.
- 