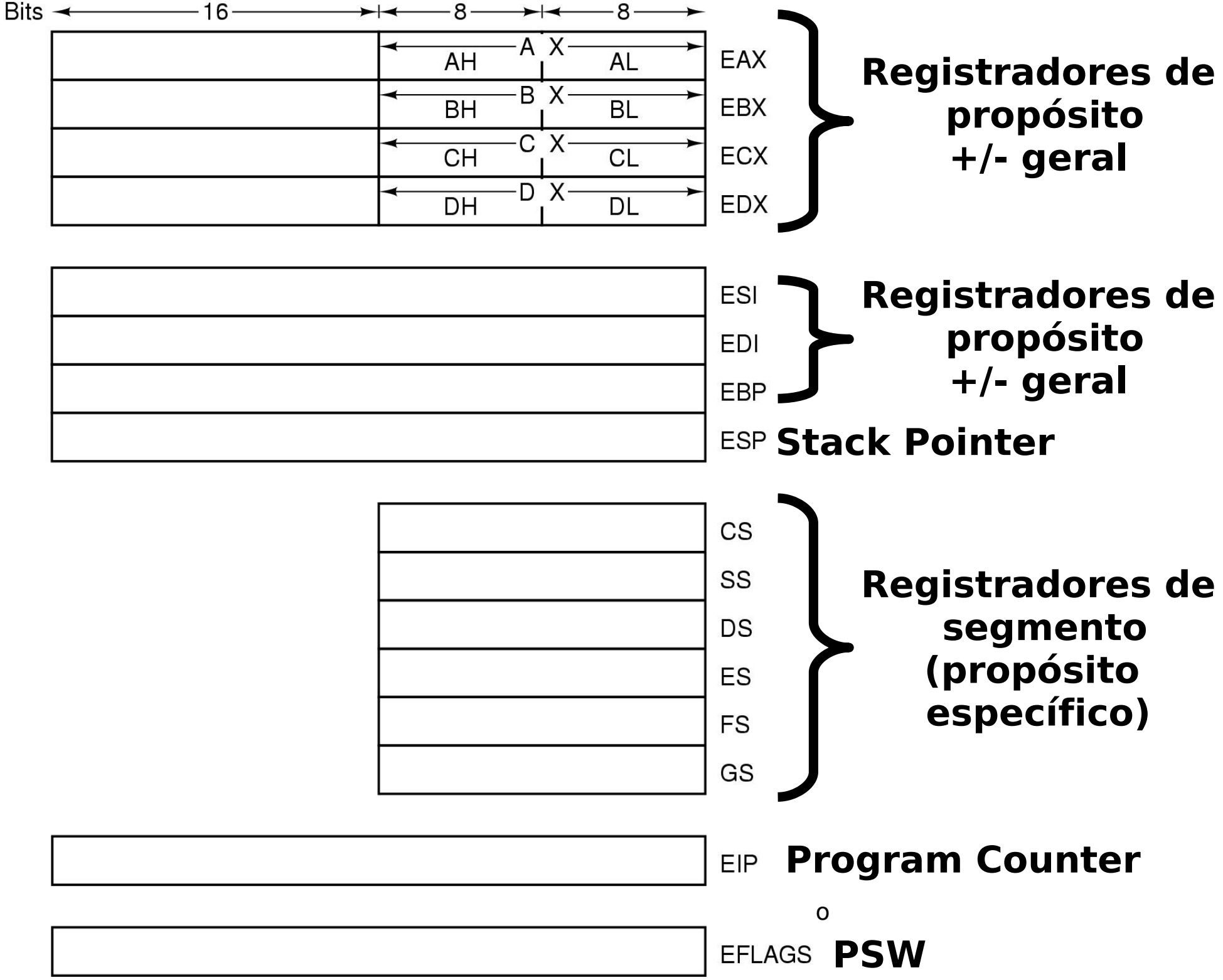
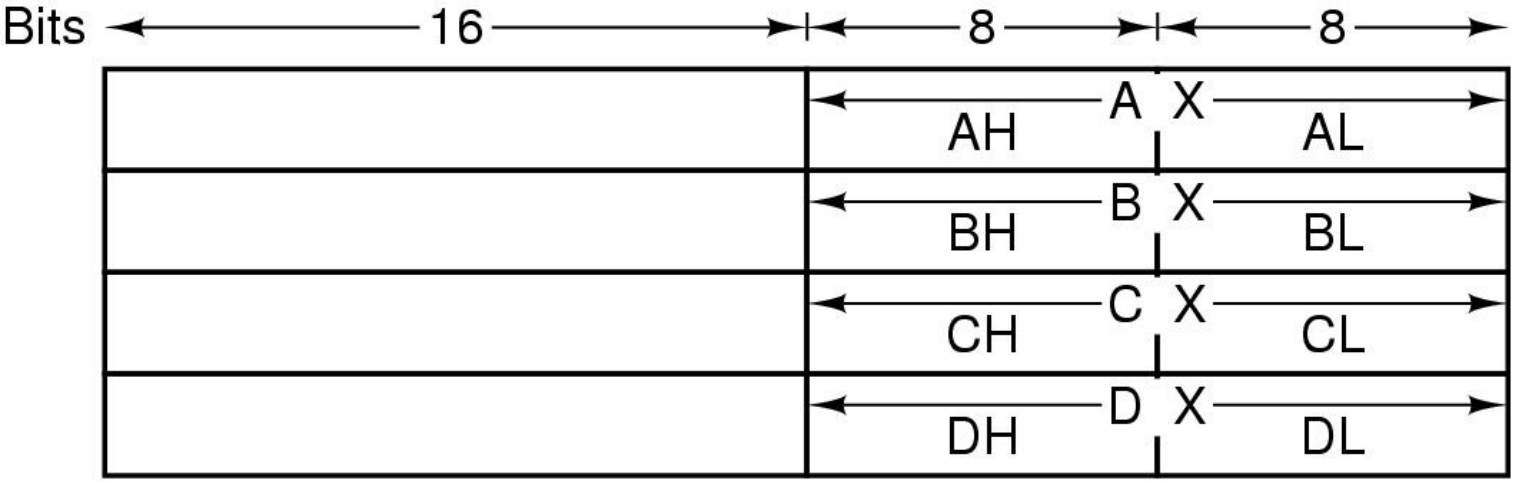
# Introdução à Arquitetura e Linguagem Assembly de Processadores IA-32

**Sistemas da Computação**
Prof. Rossano Pablo Pinto, Msc.
rossano at gmail com
2 semestre 2007

# Introdução à Arquitetura IA-32

| CHIP | Ano | MHz | Transistors | Mem |
|---|---|---|---|---|
| 8086 | 1978 | 5-10 | 29.000 | 1 MB |
| 8088 | 1979 | 5-8 | 29.000 | 16 MB |
| 80286 | 1982 | 8-12 | 134.000 | 16 MB |
| 80386 | 1985 | 16-33 | 275.000 | 4 GB |
| 80486 | 1989 | 25-100 | 1.2 M | 4 GB |
| Pentium | 1993 | 60-233 | 3.1 M | 4 GB |
| Pentium Pro | 1995 | 150-200 | 5.5 M | 4 GB |
| Pentium II | 1997 | 233-400 | 7.5 M | 4 GB |
| Pentium III | | | | |
| Pentium 4 | | | | |
| Core 2 Duo | | | | |


Bits
16
8
8
A X
AH
AL
EAX
B X
BH
BL
EBX
C X
CH
CL
ECX
D X
DH
DL
EDX
Registradores de propósito +/- geral
ESI
EDI
EBP
Registradores de propósito +/- geral
ESP
Stack Pointer
CS
SS
DS
ES
FS
GS
Registradores de segmento (propósito específico)
EIP
Program Counter
EFLAGS
PSW




EAX — **Principal reg. aritmético**

EBX — **Ponteiro de memória**

ECX — **Usado em loops**

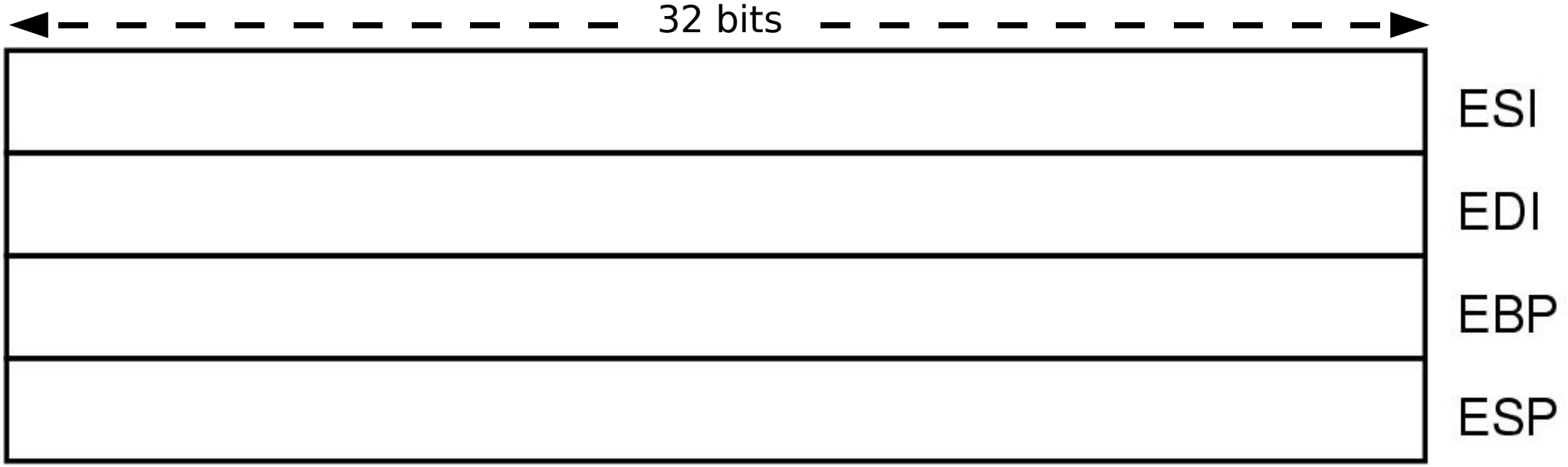
EDX — **Necessário em * e /**

- **EAX** em conjunto c/ **EDX** armazenam produtos e dividendos de 64 bits

- **E?X** = **?X** + **Ext**
- **?X** = **?L** + **?H**: 16 bits
- **?L**: A Low (low order): 8 bits
- **?H**: A High (high order): 8 bits
- **?** = **A** | **B** | **C** | **D**

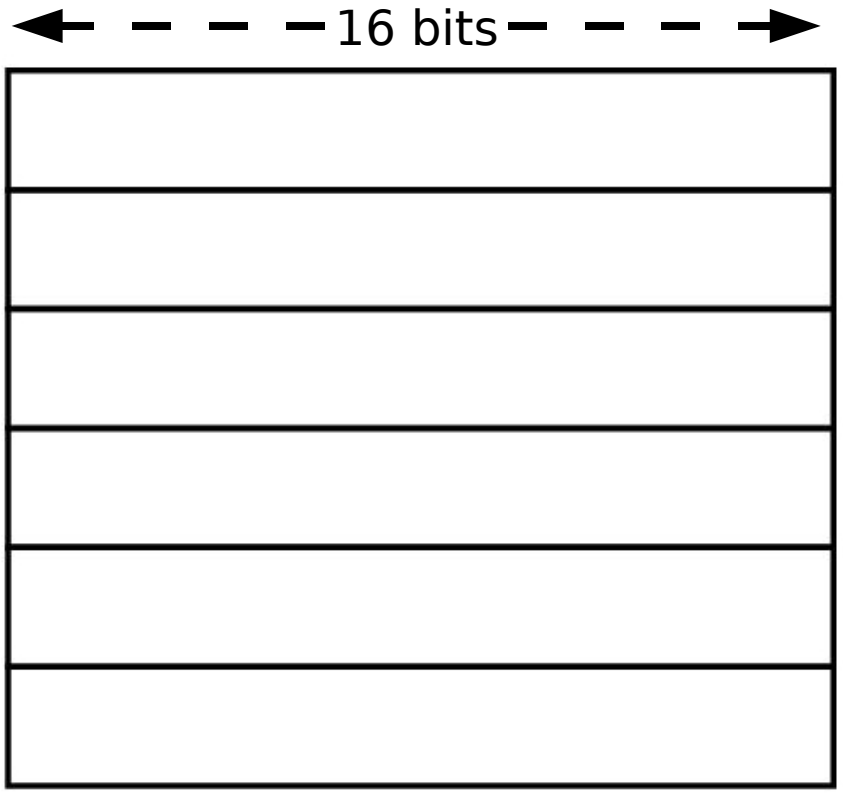
- **Nos 8088 e 80286 só existiam registradores de 8 e 16 bits**
- **Registradores de 32 bits foram inseridos no 80386 (foi adicionado o prefixo E - Extendido, como em EAX, EBX, ECX e EDX)**

**Seção 5.1.5 do Tanenbaum**




- **ESI** e **EDI:** usados p/ ponteiro de memória em instruções de manipulação de strings
- **ESI**: endereço da string de origem (source)
- **EDI**: endereço da string de destino (destiny)

- **EBP**: geralmente utilizado como ponteiro para a base do frame da pilha corrente
- **ESP**: ponteiro para topo da pilha (registrador de propósito específico)




CS **Segmento de código**

SS **Segmento da pilha do programa**

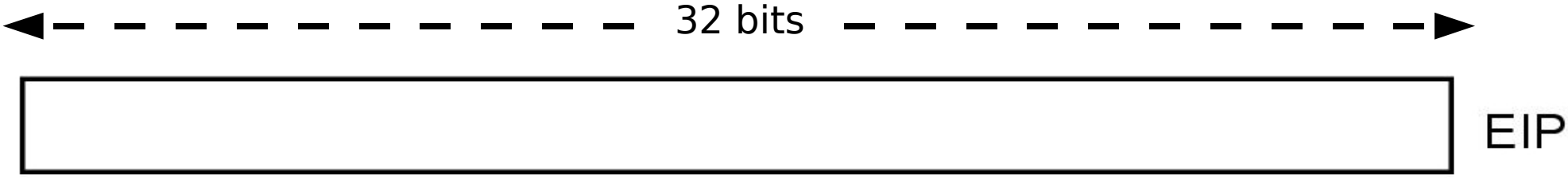
DS **Segmento de dados**

ES **Ponteiro extra de segmento**

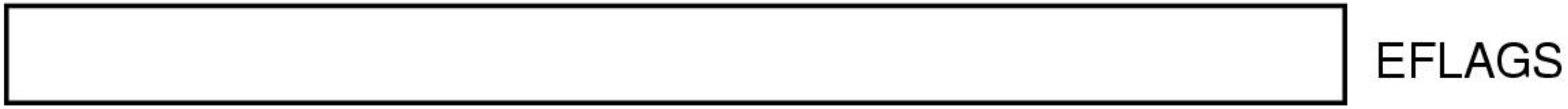
FS **Ponteiro extra de segmento**

GS **Ponteiro extra de segmento**

- Registradores de segmento
- Utilizados inicialmente no 8088 p/ endereçar $2^{20}$ bytes de memória com endereços de 16 bits
- Atualmente, quando o processador é configurado p/ operar endereços lineares de 32 bits, estes registradores podem ser ignorados




- **EIP (Extended Instruction Pointer) – Program Counter - PC**




- **EFLAGS (Extended Flags) – Program Status Word - PSW**

| Intel x86 FLAGS Register | | | |
|---|---|---|---|
| **Bit #** | **Abbreviation** | **Description** | **Category*** |
| **FLAGS** | | | |
| 0 | CF | Carry flag | S |
| 1 | 1 | Reserved | |
| 2 | PF | Parity flag | S |
| 3 | 0 | Reserved | |
| 4 | AF | Auxiliary flag | S |
| 5 | 0 | Reserved | |
| 6 | ZF | Zero flag | S |
| 7 | SF | Sign flag | S |
| 8 | TP | Trap flag (single step) | X |
| 9 | IF | Interrupt enable flag | X |
| 10 | DF | Direction flag | C |
| 11 | OF | Overflow flag | S |
| 12,13 | IOPL | I/O privilege level (286+ only) | X |
| 14 | NT | Nested task flag (286+ only) | X |
| 15 | 0 | Reserved | |
| **EFLAGS** | | | |
| 16 | RF | Resume flag (386+ only) | X |
| 17 | VM | Virtual-8086 mode flag (386+ only) | X |
| 18 | AC | Alignment check (486SX+ only) | X |
| 19 | VIF | Virtual interrupt flag (Pentium+) | X |
| 20 | VIP | Virtual interrupt pending (Pentium+) | X |

| Intel x86 FLAGS Register | | | |
|---|---|---|---|
| **Bit #** | **Abbreviation** | **Description** | **Category*** |
| **FLAGS** | | | |
| 21 | ID | Identification (Pentium+) | X |
| 22 | 0 | Reserved | |
| 23 | 0 | Reserved | |
| 24 | 0 | Reserved | |
| 25 | 0 | Reserved | |
| 26 | 0 | Reserved | |
| 27 | 0 | Reserved | |
| 28 | 0 | Reserved | |
| 29 | 0 | Reserved | |
| 30 | 0 | Reserved | |
| 31 | 0 | Reserved | |
| **RFLAGS** | | | |
| 32-63 | 0 | Reserved | |

***Categorias**

S: Status flag

C: Control flag

X: System flag



**http://en.wikipedia.org/wiki/FLAGS_register_(computing)**

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Três modos de operação
  - Modo Real (Real Mode)
  - Modo Virtual 8086 (Virtual 8086 Mode)
  - Modo Protegido (Protected Mode)

# Introdução à Arquitetura IA-32

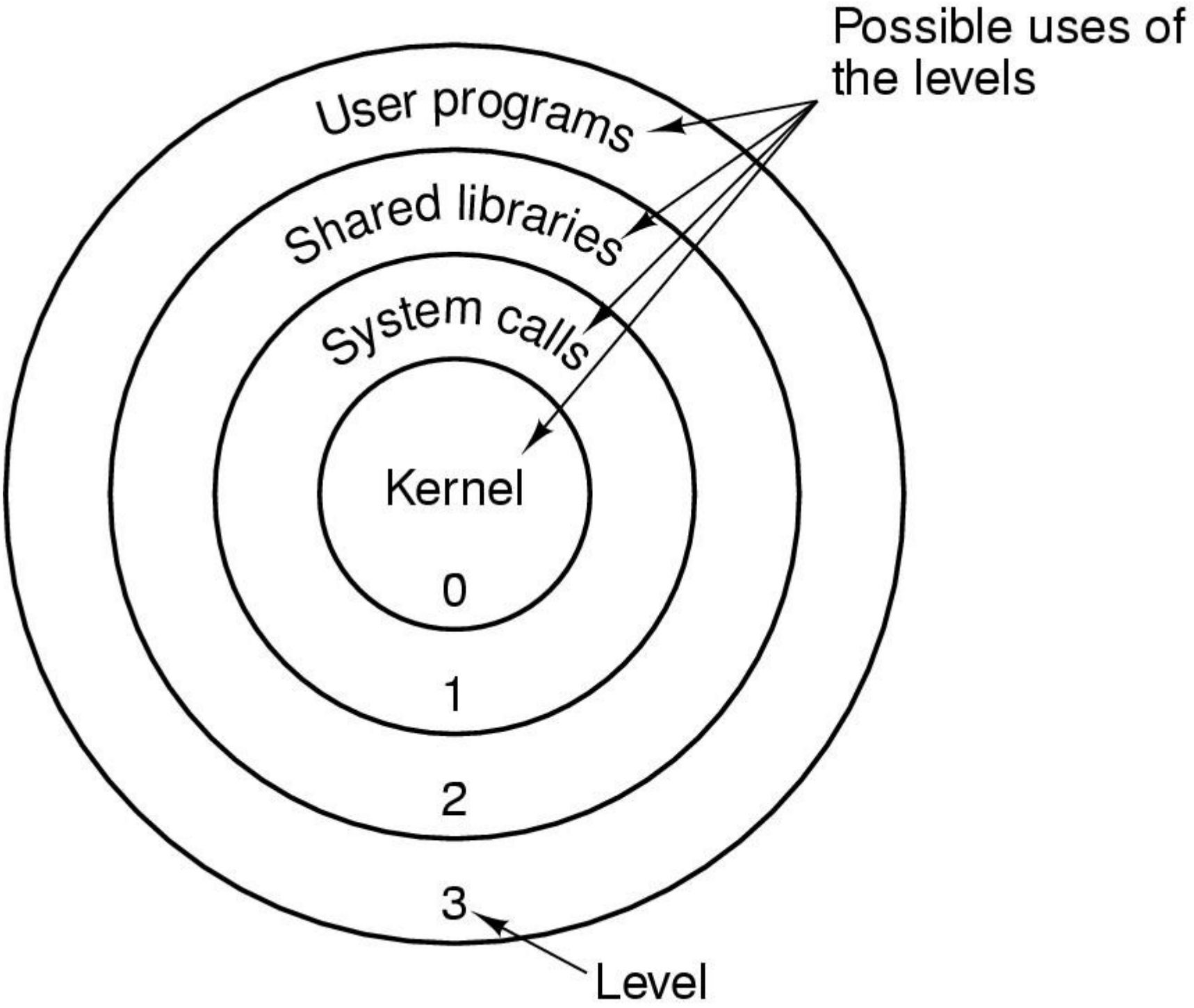
- Modo Real (Real Mode)
  - Desabilita todas as funções posteriores ao 8088
  - Não oferece proteções – se um programa falhar a máquina inteira falha (trava)

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Modo Virtual 8086 (Virtual 8086 Mode)
  - Roda programas feitos para o 8088 de forma protegida
  - SO controla máquina toda
  - SO cria um ambiente isolado que age com um 8088
  - Se o programa trava, o SO é notificado ao invés de travar a máquina toda
  - “Janela MS-DOS” roda neste modo p/ evitar programas DOS mal-comportados

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Modo Protegido (Protected Mode)
  - Age como um 80386 +, como deveria!!!
  - Habilita 4 níveis de proteção:
    - Level 0 – kernel mode
    - Level 1 – RARAMENTE UTILIZADO
    - Level 2 – RARAMENTE UTILIZADO
    - Level 3 – user mode
  - Linux utiliza levels 0 e 3


Possible uses of the levels
User programs
Shared libraries
System calls
Kernel
0
1
2
3
Level

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Level 0 – kernel mode
  - Acesso total à máquina – **PODE EXECUTAR QUALQUER INSTRUÇÃO EXISTENTE**
  - O Sistema Operacional é executado neste modo

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Level 3 – user mode
  - bloqueia o acesso/execução à instruções críticas
  - bloqueia o acesso/alteração à registradores de controle

# Introdução à Arquitetura IA-32

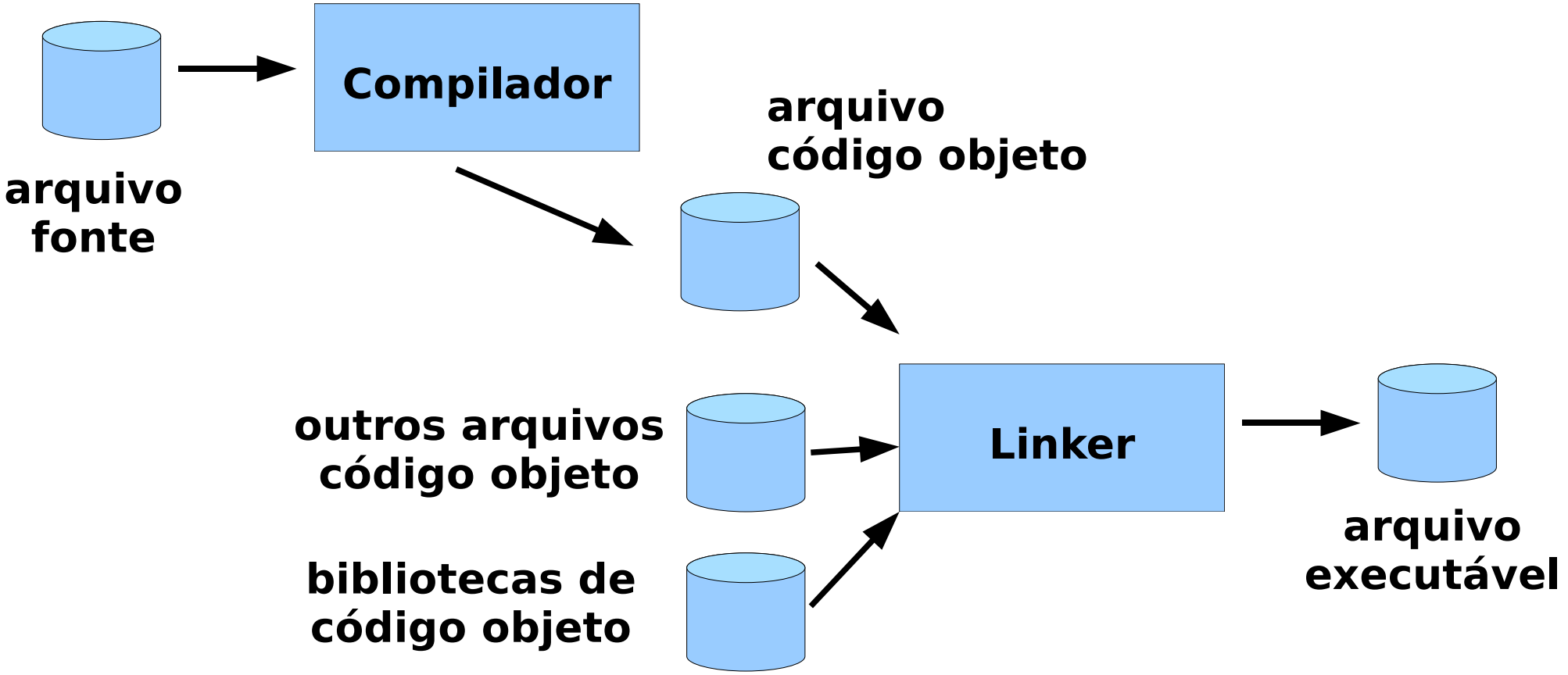
- Linguagens de alto nível: características
  - Portabilidade
  - Fácil manutenção
  - Menos linhas de código fonte
- Tipos
  - Compiladas
  - Interpretadas
  - Híbridas

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Compiladas
  - programa texto é convertido em programa binário
  - geralmente é feito em duas etapas
    - compilação propriamente dita
    - link edição

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Compiladas



# Introdução à Arquitetura IA-32

- Compiladas

**Compilador**

**Gera código dependente de:**
**- Processador**
**- Sistema Operacional**

**Ex.:**
**- IA-32 com Linux**
**- IA-32 com MacOS X**

**Código fonte é o mesmo, mas código executável é diferente**

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Interpretadas
  - O programa não executa diretamente no processador
  - um interpretador se encarrega de ler o programa fonte e, enquanto lê, gerar instruções que são imediatamente colocadas para execução

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Híbridas
  - Programa fonte é compilado para um máquina virtual.
  - Ex.: Java
  - Programa Java -> Byte Code -> JVM

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Linguagem de baixo nível: Assembly
  - Assembly: linguagem de montagem
  - Assembler: montador (equivalente ao compilador)

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Exemplos:
  - C (Página 8 – livro Professional Assembly Language)
  - código de máquina IA-32 (Página 8)
  - Assembly IA-32 (Página 11)

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Exemplos: Programa em C

```
int main()
{
    int i = 1;
    exit(0);
}
```

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Exemplos: Programa em Cód. de Máquina

```
55

89 E5

83 EC 08

C7 45 FC 01 00 00 00

83 EC 0C

64 00

E8 D1 FE FF FF
```

# Introdução à Arquitetura IA-32

- Exemplos: Programa em Assembly

```
push %ebp
mov  %esp, %ebp
sub  $0x8, %esp
movl $0x1, -4(%ebp)
sub  $0xc, %esp
push $0x0
call 8048348
```