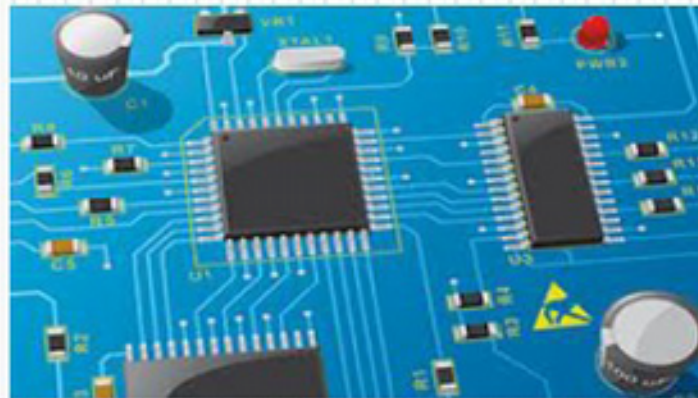




T2. Microprocesadores:

2.1 Introducción al funcionamiento de la CPU

FUNDAMENTOS DE ARQUITECTURA DE COMPUTADORES



Contenido del capítulo

- Introducción
- Arquitectura x86 (Intel)
- Unidad de Control y Unidad Aritmético Lógica
- Bibliografía

Contenido del capítulo

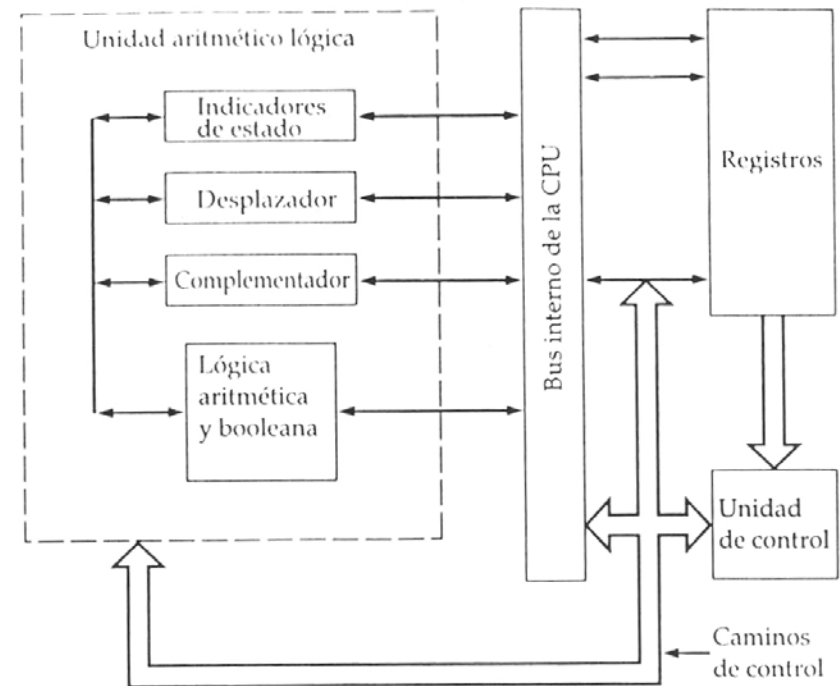
- Introducción
- Arquitectura x86 (Intel)
- Unidad de Control y Unidad Aritmético Lógica
- Bibliografía

Nociones preliminares

- Un ordenador se encarga sencillamente de ejecutar programas.
- Un programa está compuesto por uno o varios “algoritmos”: secuencia de órdenes o instrucciones que se dictan en orden:
 - Paso 1: coge el valor del registro A y llámalo N1.
 - Paso 2: coge el valor del registro B y llámalo N2.
 - Paso 3: suma N1 y N2 y almacena el resultado en el registro C.
 - Paso 4: almacena el valor del registro C en la posición de memoria etiquetada como M.
- La información interna es BINARIA. Recordad cómo se representa la información:
 - Valores numéricos (coma fija, coma flotante)
 - También las direcciones en las que se almacena la información (registros A, B, C y posición de memoria etiquetada como M).

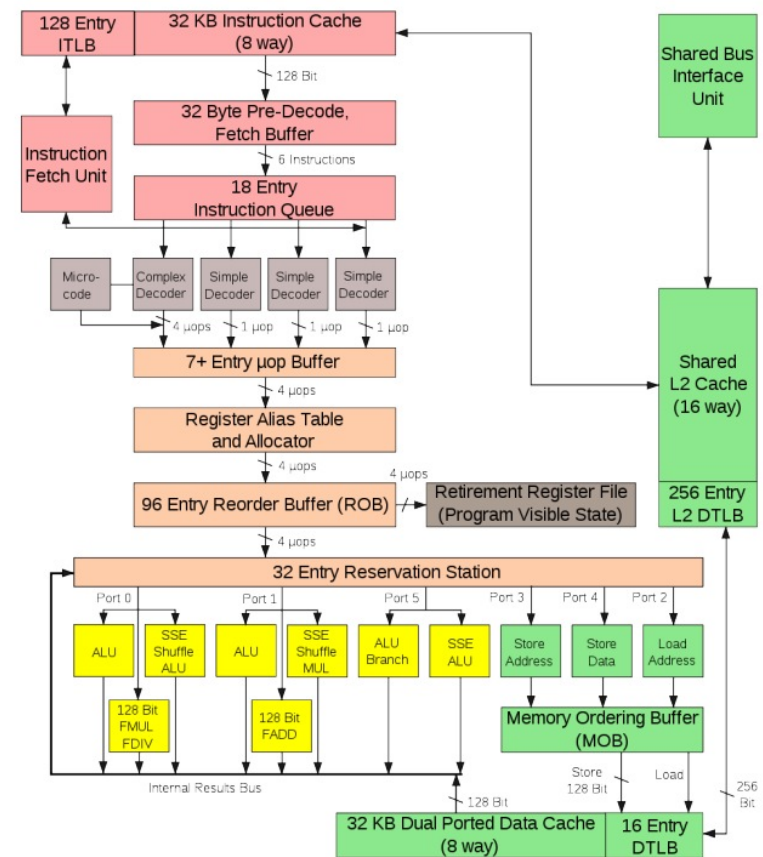
Microprocesadores: El eje central

- Los programas se gestionan en un microprocesador
- **Micro-procesador**: procesador fabricado en un único circuito integrado
- Unidad Central de Proceso:
 - **Unidad de control (UC)**: gestiona el funcionamiento de la CPU → computador.
 - **Unidad aritmético-lógica (ALU)**: lleva a cabo las funciones de procesamiento de datos del computador.
 - **Registros**: almacenamiento interno.
 - **Interconexiones CPU**: Son mecanismos que proporcionan comunicación entre la unidad de control, la ALU y los registros.
- Precisa de un **reloj** para coordinar todas las operaciones



MicroArquitectura

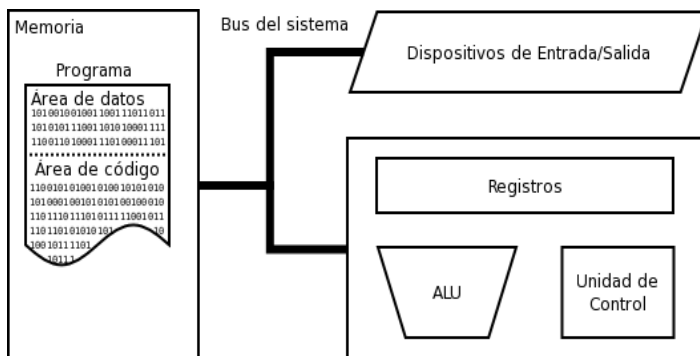
- Los elementos de la CPU se fabrican usando varios componentes electrónicos (transistores de 22 nm.).
- Organización y estructuración de los componentes: **microarquitectura**.
- Ej: Esquema general del procesador Intel Core 2 Duo:
 - Zona rosa: recogida y análisis de las instrucciones
 - Zona naranja: organización de las instrucciones para su ejecución
 - Zona amarilla: realiza las operaciones.
 - Zona verde: almacena las siguientes instrucciones a ser ejecutadas.



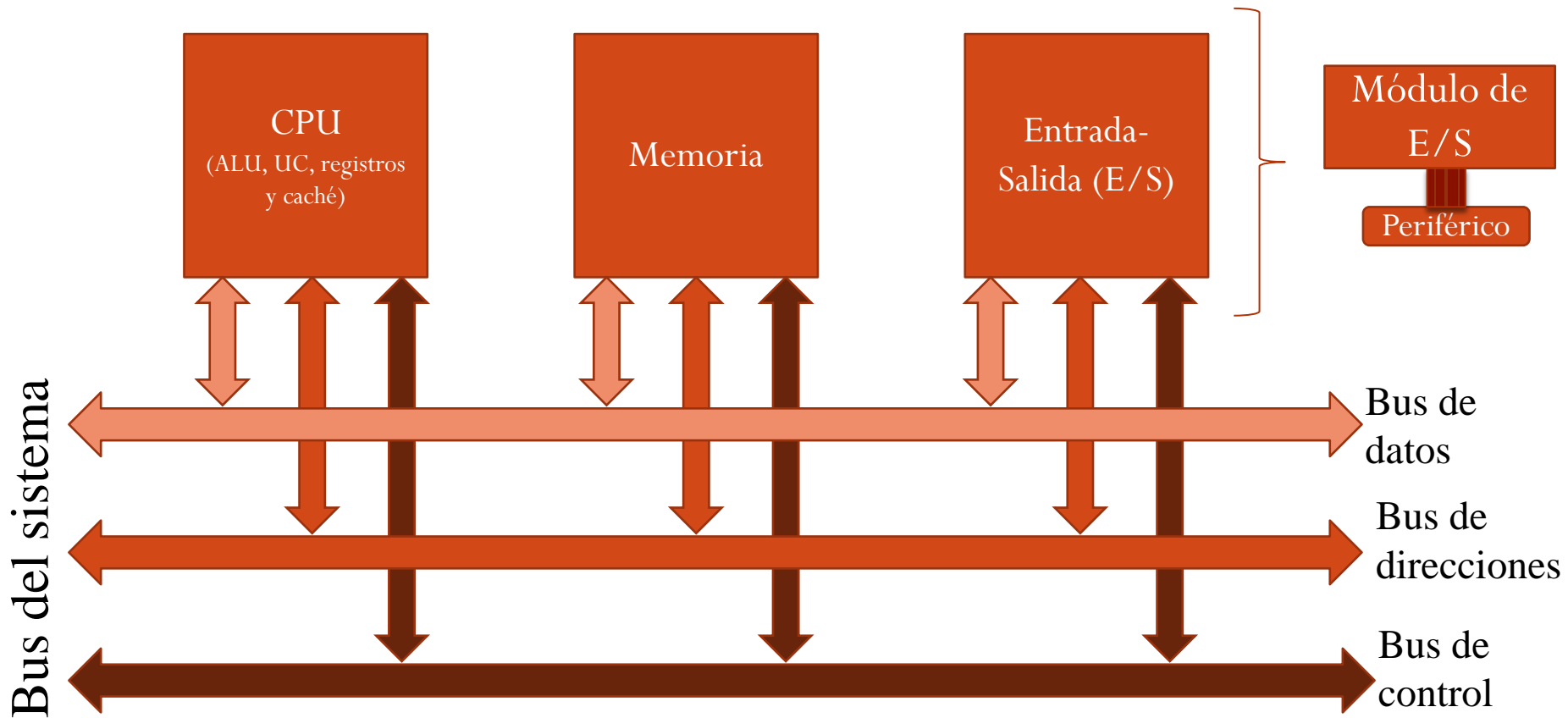
Intel Core 2 Architecture

Funcionamiento básico del microprocesador

- Existen dos estructuras básicas:
 - **Estructura von Neumann:**
 - La memoria principal comparte datos e instrucciones.
 - Es el paradigma más común en arquitectura de computadores.
 - **Estructura Harvard:**
 - Dispositivos de almacenamiento físicamente separados para las instrucciones y para los datos
 - Suele utilizarse en DSPs, o procesador de señal digital, usados habitualmente en productos para procesamiento de audio y video.



Funcionamiento básico del microprocesador

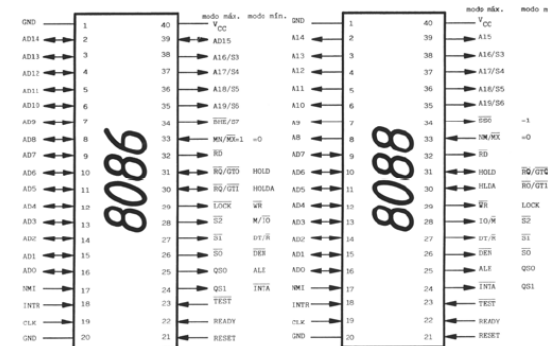
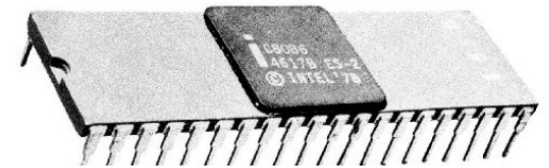


Contenido del capítulo

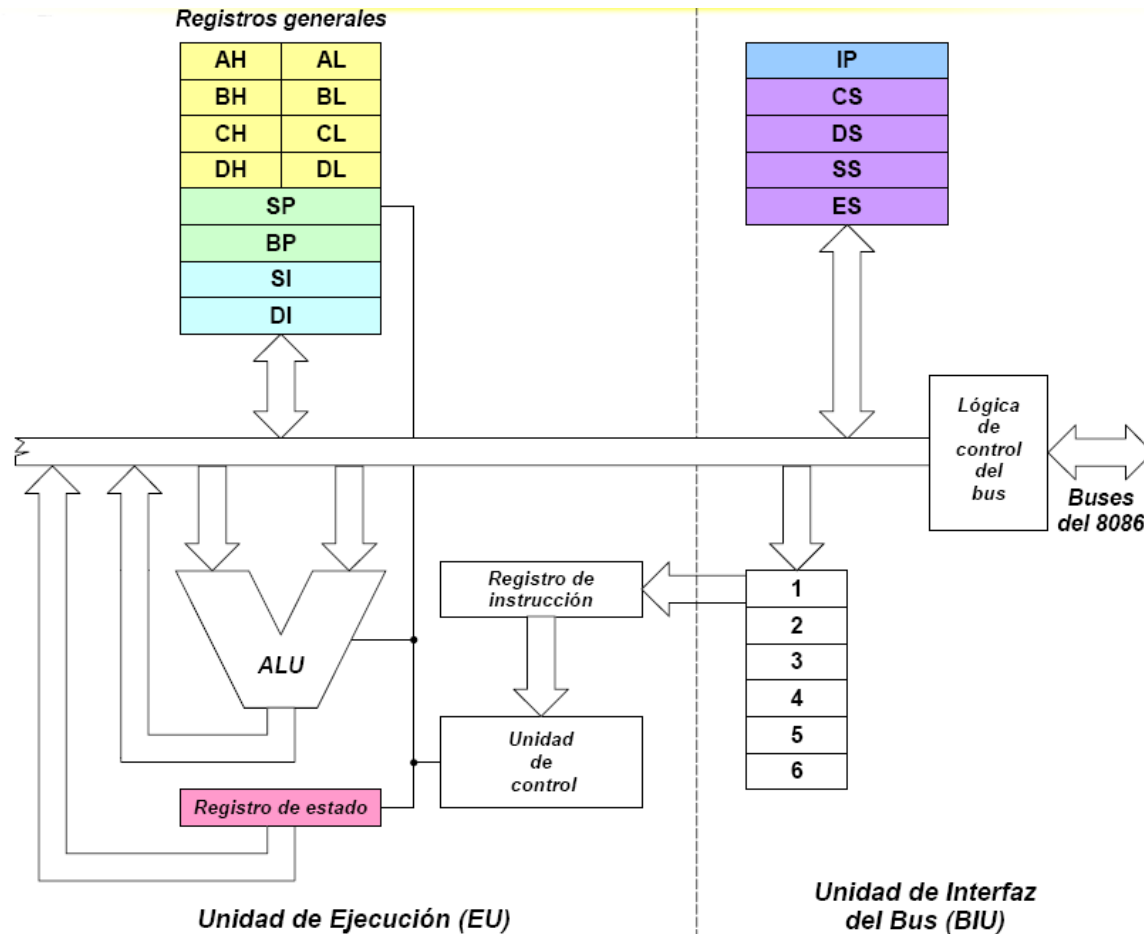
- Introducción
- Arquitectura x86 (Intel)
- Unidad de Control y Unidad Aritmético Lógica
- Bibliografía

Arquitectura Interna del x86

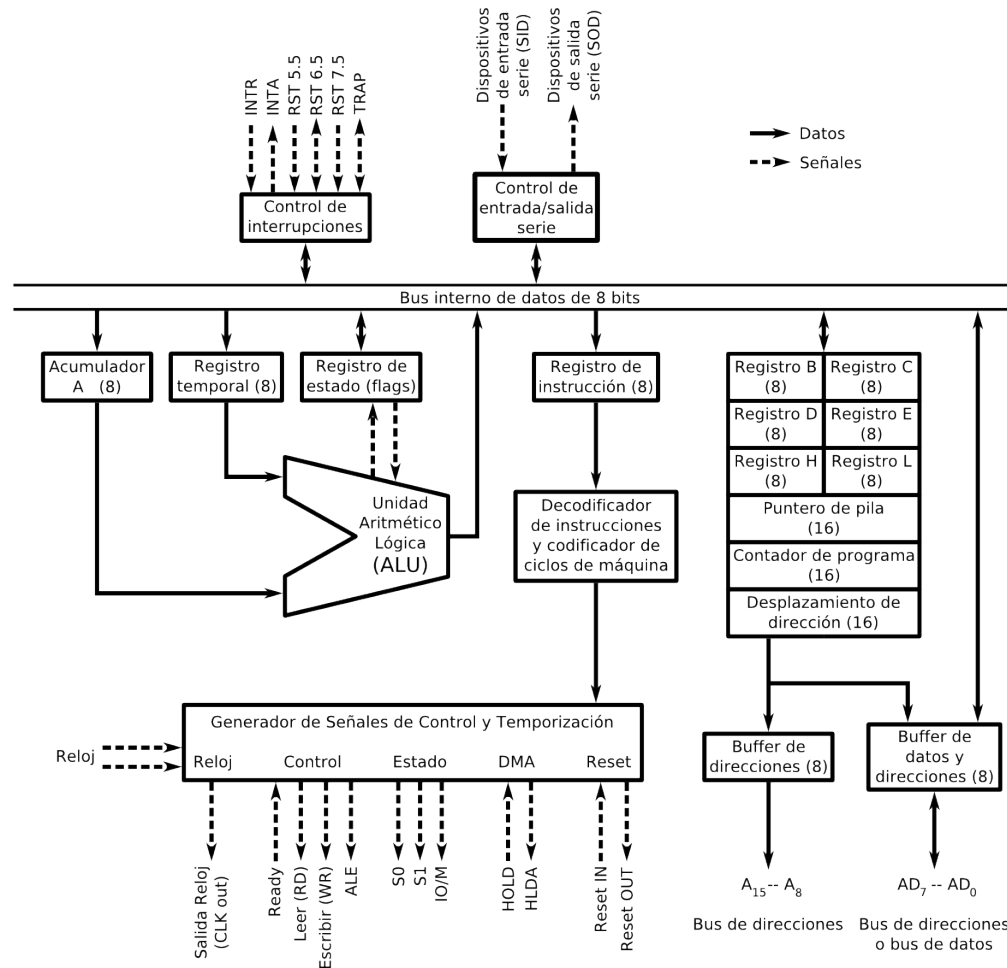
- **Unidad de Ejecución (EU):** Lleva a cabo el tratamiento de la información / operaciones
- **Unidad de Interfaz del Bus (BIU):**
 - Toma las instrucciones de la memoria y las almacena en una cola FIFO hasta que la EU vaya a ejecutarlas.
 - Controla todas las transferencias de información entre el procesador y el exterior
- La BIU se encarga de transferir datos entre memoria y procesador, mientras que la EU está procesando una instrucción → **Ahorro de tiempo**



Arquitectura Interna del x86 (2)



Arquitectura Interna del x86 (3)

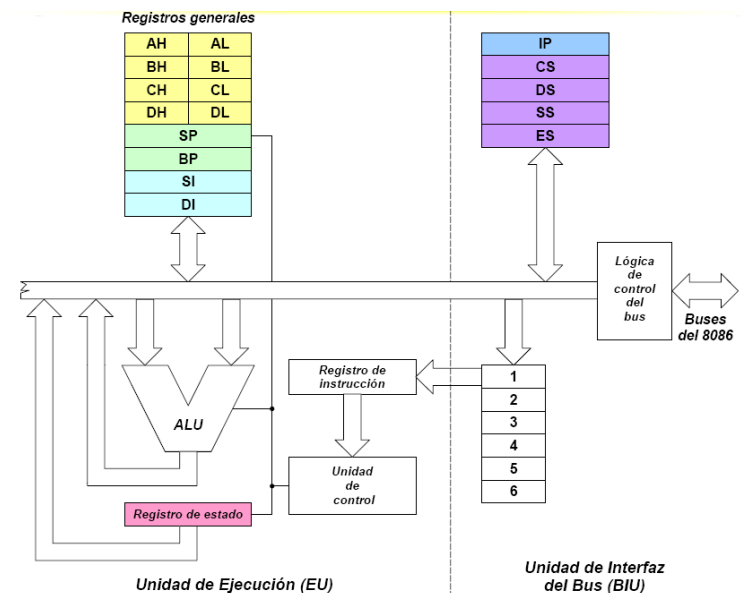


Esquema del microprocesador Intel 8085

Organización de los Registros



- **Registros visibles al usuario:** puede ser referenciado por medio del lenguaje máquina que ejecuta la CPU.
 - De uso general.
 - De datos, de direcciones.
 - De códigos de condición.
- **Registros de control y de estado:** controlan el funcionamiento de la CPU
 - Contador de programa. (PC / IP).
 - Registro de instrucción (IR).
 - Registro de dirección de memoria (MAR).
 - Registro de datos de memoria (MDR).
 - Palabra de estado del programa (PSW): contiene información del contexto del programa.

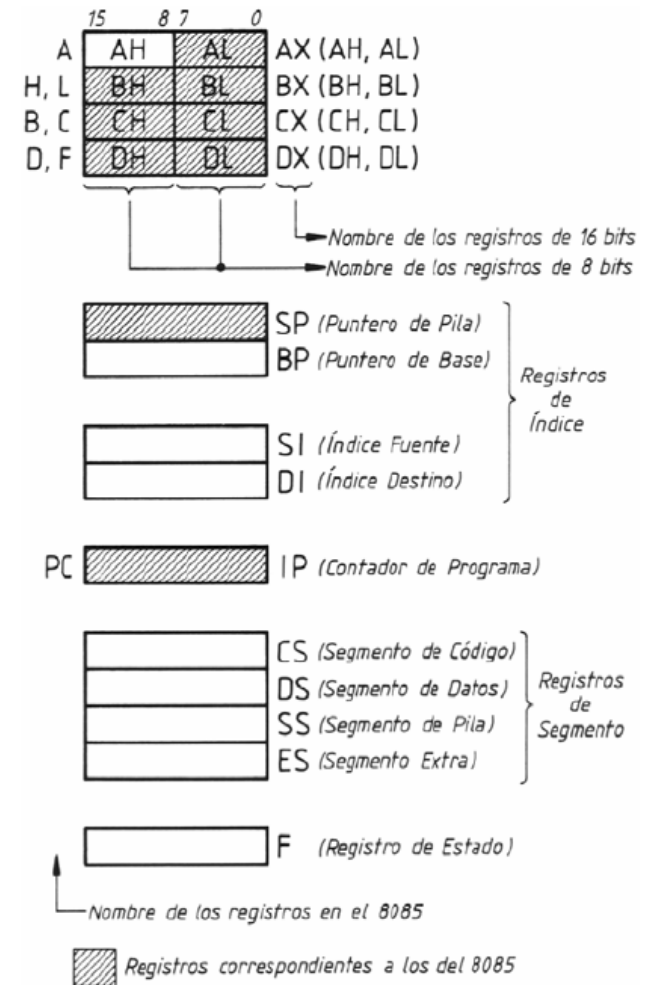


Organización de los Registros (2)

- **¿Pero qué es un registro?**
 - Serían las “variables” en programación:
 - Almacén de información que va cambiando en función de las necesidades del programa en ejecución.
 - Cada “variable” tendrá un uso específico
- **¿Para qué sirven concretamente los registros de control y estado?**
 - Sin ellos sería inviable realizar la “traza” de ejecución de un programa en la CPU
 - Se utilizan como “nexo” entre la CPU y la memoria, para tener una única vía de acceso y comunicación a través del “Bus”.

Organización de los Registros (3)

- 8086/88 poseen 14 registros de 16 bits:
- 9 registros en la EU
 - 4 **registros generales** de 16 bits:
 - AX (acummulator), BX (base), CX (counter), DX (data).
 - Divididos en 8 bits: alto (**h**igh) y bajo (**l**ow).
 - 2 **registros punteros** de 16 bits:
 - SP (stack pointer), BP (base pointer).
 - Contienen desplazamientos en la pila.
 - 2 **registros índice** de 16 bits:
 - SI (source index), DI (destination index).
 - Normalmente almacenan desplazamientos / índices.
 - 1 **registro de estado** de 16 bits con 9 indicadores: Flags.



Organización de los Registros (5)

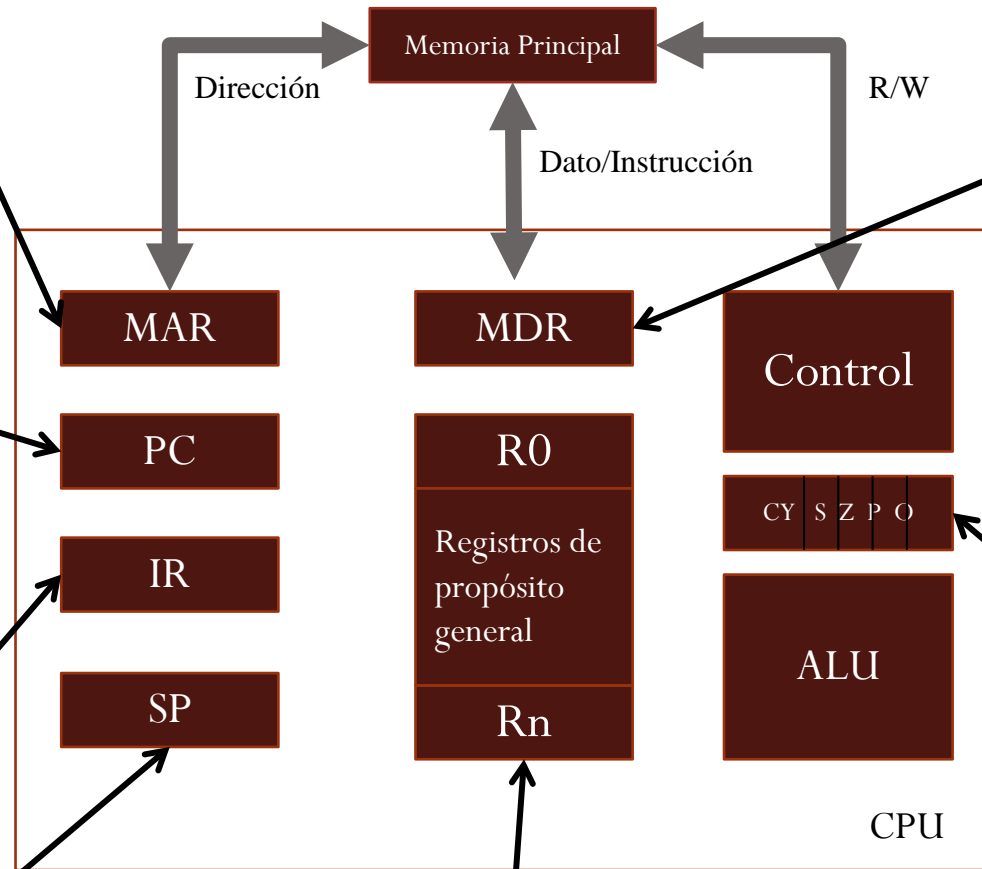


Registro de dirección de memoria: Contiene la dirección de la localización de MP hacia o desde la cual deben transferirse datos

Contador de programa: apunta a la siguiente dirección a traer de memoria

Registro de instrucción: contiene la instrucción que se está ejecutando

Puntero de pila: dirección de la cabecera de la pila



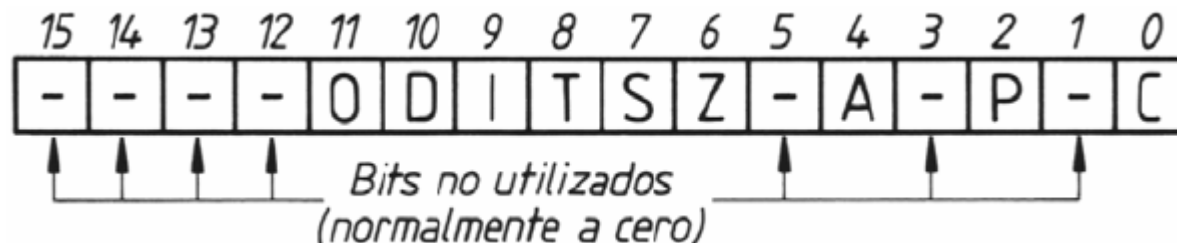
Registro de datos de memoria: contiene el dato leído o que se va a escribir de/en la posición de MP apuntada por MAR

Palabra de estado: conjunto de biestables indicadores o de condición

Registros de propósito general: guardan operandos, direcciones, incrementos, etc. Ej: Acumulador.

Organización de los Registros (6)

- **Registro o Palabra de Estado (PSW):**
 - OF: desbordamiento de la capacidad numérica (números con signo).
 - DF: dirección en la manipulación de cadenas:
 - IF: permiso de interrupciones hardware
 - TF: ejecución paso a paso
 - SF: signo
 - ZF: cero
 - AF: acarreo auxiliar utilizado en los cálculos BCD
 - PF: paridad par
 - CF: acarreo



Registros de Propósito General

- **Registro AX:** Registro acumulador.
 - Utilizado para operaciones que implican entrada/salida y la mayor parte de la aritmética.
- **Registro BX:** registro base.
 - Único registro de propósito general que puede ser un índice para direccionamiento indexado.
 - También es común emplear el BX para cálculos.
- **Registro CX:** registro contador.
 - Puede contener un valor para controlar el número de veces que un ciclo se repite o un valor para desplazamiento de bits.
- **Registro DX:** registro de datos.
 - Algunas operaciones de E/S requieren su uso.
 - Las operaciones de multiplicación y división con cifras grandes implican el uso de tanto DX como AX.

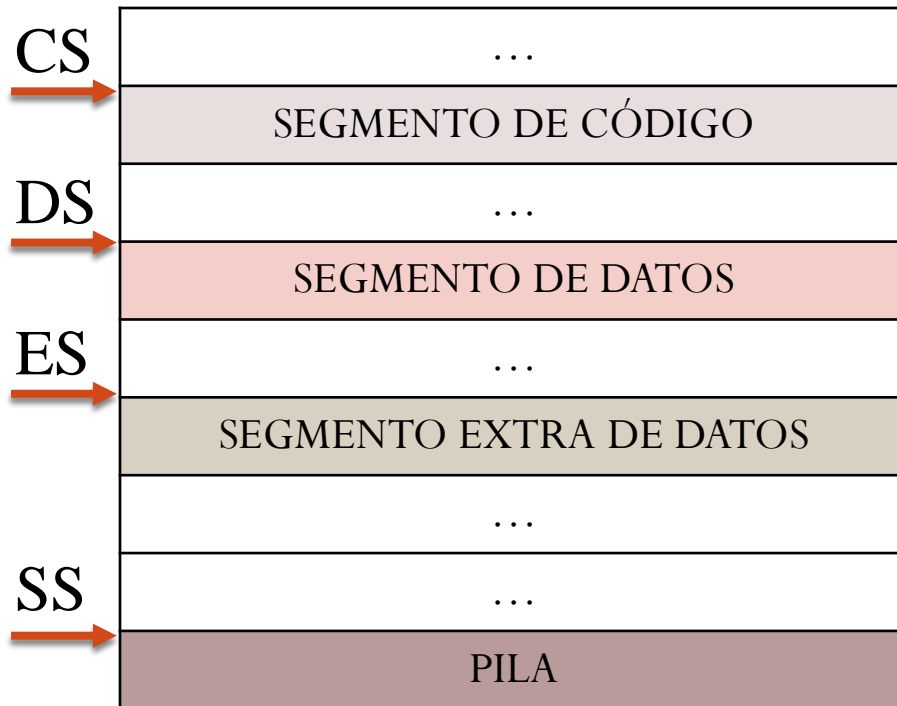
Registros Índice y Apuntadores

- Registros Índice: Disponibles para direccionamiento indexado.
 - *SI (índice fuente)*: es requerido por algunas operaciones con cadenas de caracteres. El SI está asociado con el registro DS.
 - *DI (índice destino)*: también requerido por algunas operaciones con cadenas de caracteres. El DI está asociado con el registro ES.
- **Registros Apuntadores**: Están asociados con el registro SS y permiten al sistema acceder a datos en el segmento de la pila.
 - *SP*: se refiere a la palabra actual que está siendo procesada en la pila. El sistema maneja automáticamente este registro.
 - *BP*: facilita la referencia de parámetros, los cuales son datos y direcciones transmitidos vía la pila.
- **Registro Puntero de Instrucciones (IP/PC)**: desplazamiento de dirección de la *siguiente instrucción* que se ejecuta.

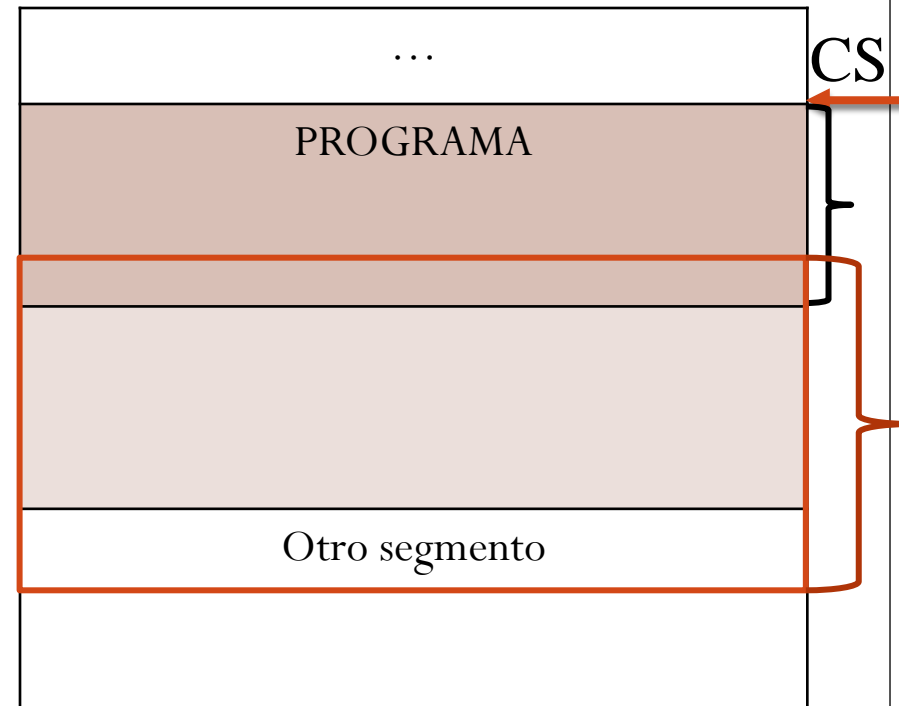
Registros de Segmento

- Definen áreas de 64 Kb dentro del espacio de direcciones de 1 Mb del 8086.
- Estas áreas pueden solaparse total o parcialmente.
- No es posible acceder a una posición de memoria no definida por algún segmento.
- Existen cuatro tipos de segmentos en la memoria:
 - **Segmento de código:** CS → Conexión con IP.
 - **Segmento de datos:** DS → Ubicación de datos.
 - **Segmento de pila:** SS → Almacenamiento temporal de datos y direcciones.
 - **Segmento extra:** ES → Cadenas de caracteres.

Registros de Segmento: Mapa de Memoria



MEMORIA



MEMORIA

Contenido del capítulo

- Introducción
- Arquitectura x86 (Intel)
- Unidad de Control y Unidad Aritmético Lógica
- Bibliografía

Unidad de Control

- Realiza funciones organizativas (micro-operaciones) sobre elementos del procesador para que participen en la ejecución de una instrucción.
- Una micro-operación corresponde a acciones independientes como:
 - Desplazamiento de un registro,
 - Transferencia de un registro a un bus, etc.
- Es ALTAMENTE necesario sincronizar estas etapas:
 - Ciclo de reloj: unidad de tiempo atómica para ejecución de operaciones de la CPU.
 - Las operaciones se realizan dentro del ciclo de reloj o en múltiplos de estos ciclos.
- El “estado” de una Unidad de Control se define directamente en el chip por medio de conexiones (circuitos lógicos): programación VHDL.
- Anteriormente existían UCs microprogramadas que podían adaptar su uso a diferentes casuísticas. Eran más lentas.

Unidad de Control (2)

- ¿Qué es una micro-operación?
 - La mayoría de instrucciones de un programa implican varias sub-etapas.
 - Aquellas “funciones” que involucren un único registro o componente de la CPU serán micro-operaciones.
 - Así, dependiendo de la instrucción a ejecutar, se llevarán a cabo un mayor o menor número de micro-operaciones
- ¿Qué significan realmente los ciclos de reloj?
 - Se define como el tiempo máximo que tarda en llegar una señal de un componente a otro del circuito. Así sabremos que nunca se pierde información.
 - La frecuencia de un microprocesador (en Herzios) será igual al número de ciclos que hay en un segundo.
 - Cuantos más ciclos, mayor número de micro-operaciones se llevarán a cabo por unidad de tiempo.

Unidad de Control (3)

- Entradas de una UC:
 - **Reloj:** marca con ciclos de reloj la ejecución de las micro-operaciones. Aquí se define la frecuencia de trabajo del micro (GHz)
 - **Registro de Instrucción:** contiene la instrucción que determina las micro-operaciones a realizar.
 - **Indicadores:** determinan el estado del microprocesador y resultados de operaciones anteriores. (PSW)
 - **Señales de control** del bus de control: p. ej: señales de interrupción y de reconocimiento.
- Salidas de una UC:
 - Señales de control internas al procesador
 - Señales de control hacia el bus de control: hay de dos tipos, de memoria y de módulos de E/S.

Unidad Aritmético Lógica

- Las operaciones se realizan siempre sobre algún registro/memoria y apoyándose en el acumulador.
- El resultado de las operaciones es almacenado en el acumulador.
- Algunas operaciones pueden activar la palabra de estado: flags / indicadores.
- Algunas operaciones aritméticas lógicas típicas:
 - Sumas, Restas
 - Desplazamiento a la izquierda/derecha (multiplicar / dividir por 2)
 - Incrementar o decrementar en 1 el acumulador
 - OR, AND, XOR, etc, entre un par de registros.
- Adicionalmente, puede existir un co-procesador matemático para implementar funciones más costosas, como la multiplicación, división y tratamiento de coma flotante.

Contenido del capítulo

- Introducción
- Arquitectura x86 (Intel)
- Unidad de Control y Unidad Aritmético Lógica
- Bibliografía

Bibliografía

- Patterson y Hennessy: Estructura y Diseño de Computadores: Capítulos 2 y 4.
- Prieto, Lloris, Torres: Introducción a la Informática: Capítulos 5, 6 y 7.
- Murdocca y Heuring: Principios de Arquitectura de Computadoras: Capítulos 4 y 6.