

# Sistemas de memoria



# Conceptos básicos

- Ubicación

- Memoria interna: memoria principal, registros de la CPU, memoria de la unidad de control de la CPU (control microprogramado)
- Memoria externa: dispositivos de almacenamiento como discos o llaves usb



# Conceptos básicos

- Capacidad:
  - M. interna: se expresa en bytes o palabras
  - M. externa: se expresa en bytes



# Conceptos básicos

- Unidad de transferencia (conceptos relacionados):
  - Palabra: unidad “natural” de organización de la memoria. *Su tamaño suele coincidir con el número de bits utilizados para representar números y con la longitud de las instrucciones*
  - Unidades direccionables: palabras o bytes. Relación entre la longitud **A** de una dirección y el número **N** de unidades direccionables.  $2^A=N$



# Conceptos básicos

- Unidad de transferencia:
  - M. interna: N° de líneas de E/S de datos del módulo de memoria
  - M. principal: N° de bits que se leen o escriben de memoria a la vez
  - M. externa: Los datos se transfieren en unidades mayores que la palabra (Bloques)



# Conceptos básicos

- Método de acceso:
  - **Acceso secuencial:**
    - La memoria se organiza en unidades de datos (registros)
    - El acceso se realiza con una secuencia lineal específica
    - Información de direccionamiento -> Separación de registros y recuperación de datos
    - Mecanismo de lectura y escritura compartida
    - Tiempo de acceso a un registro variable.
    - *Ejemplo: Unidad de cinta*



# Conceptos básicos

- Método de acceso:
  - **Acceso secuencial**
  - **Acceso directo:**
    - Mecanismo de lectura/escritura compartida
    - Los registros (bloques) tienen una dirección única basada en su dirección física
    - Acceso a una vecindad dada, seguido de una búsqueda secuencial
    - Tiempo de acceso variable
    - *Ejemplo: unidades de disco*



# Conceptos básicos

- Método de acceso:
  - **Acceso secuencial**
  - **Acceso directo**
  - **Acceso aleatorio:**
    - Cada posición direccionable tiene un único mecanismo de acceso cableado físicamente
    - Tiempo de acceso constante
    - *Ejemplo: memoria principal*





# Conceptos básicos

- Método de acceso:
  - **Acceso secuencial**
  - **Acceso directo**
  - **Acceso aleatorio**
  - **Acceso del tipo asociativo:**
    - Acceso aleatorio en base del contenido de una porción de la palabra a acceder en lugar de su dirección
    - Tiempo de acceso constante
    - *Ejemplo: memoria caché*



# Conceptos básicos

- Prestaciones:
  - **Tiempo de acceso:**
    - Para acceso aleatorio: tiempo que tarda en realizarse una operación de lectura/escritura
    - Para otros tipos de acceso: tiempo que tarda en situarse el mecanismo de lectura/escritura en la posición deseada



# Conceptos básicos

- Prestaciones:
  - **Tiempo de acceso**
  - **Tiempo de ciclo de memoria (en memorias de acceso aleatorio):**
    - Tiempo de acceso + tiempo adicional requerido para el inicio del segundo acceso
    - Tiempo adicional: finalización de las transiciones en las líneas de señal + regeneración de los datos en lecturas destructivas



# Conceptos básicos

- Prestaciones:
  - **Tiempo de acceso**
  - **Tiempo de ciclo de memoria (en memorias de acceso aleatorio)**
  - **Velocidad de transferencia:**
    - Velocidad para transferir datos a, o desde, una unidad de memoria
      - Memorias de acceso aleatorio: inverso de tiempo de ciclo
      - Otros tipos de memorias:  $T_N = T_A + N/R$ 
        - $T_N$ = Tiempo medio de escritura o lectura de N bits
        - $T_A$ = Tiempo de acceso medio
        - N= Número de bits
        - R= Velocidad de transferencia en bits por segundo (bps)



# Conceptos básicos

- Dispositivos físicos:
  - Memorias semiconductoras (tecnologías LSI o VLSI)
  - Memorias de soporte magnético: discos y cintas.



# Conceptos básicos

- Características físicas de almacenamiento de datos:
  - M. volátiles/no volátiles
  - M. borrables/no borrables
  - M. ROM (de solo lectura) -> son memorias no borrables semiconductoras



# Conceptos básicos

- Organización: (aspecto clave del diseño en memorias de acceso aleatorio)
  - Disposición o estructura física en bits para formar palabras



# Sistemas de memoria

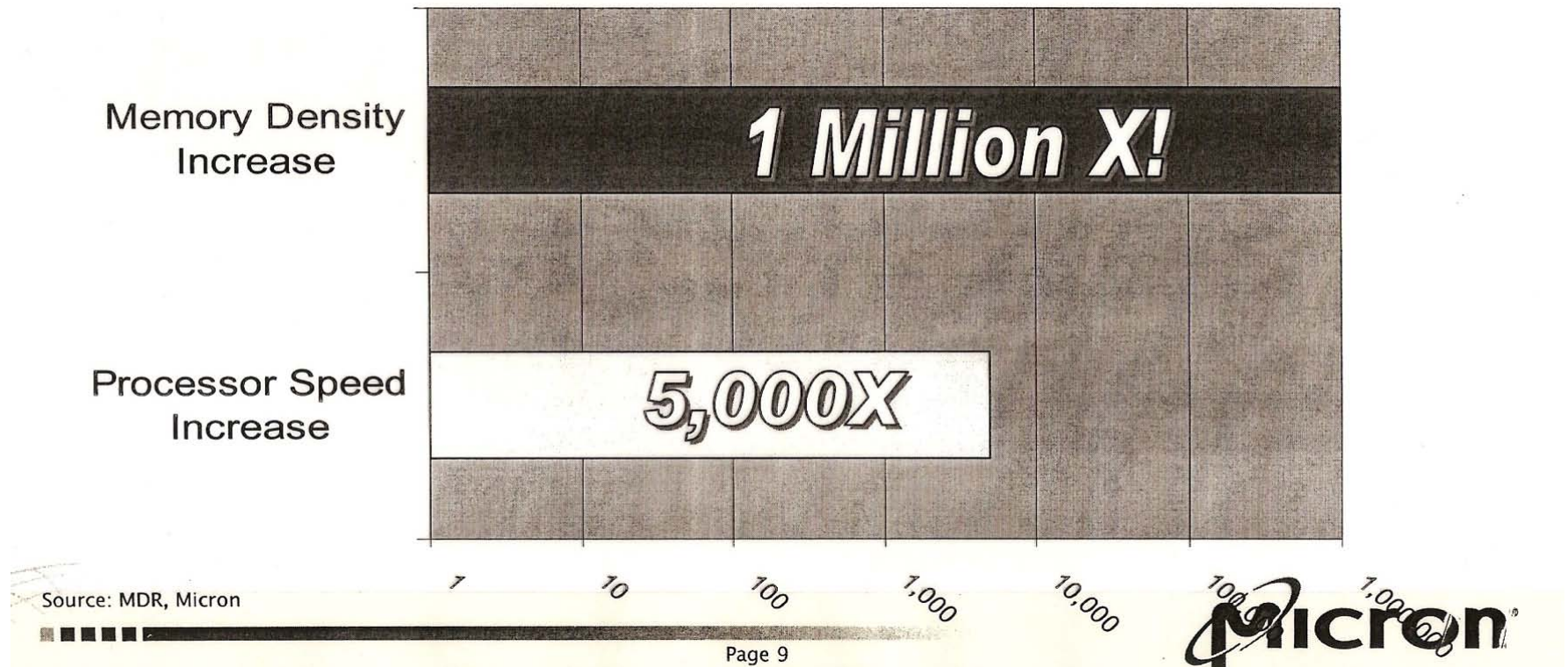
- Conceptos básicos
  - Jerarquía de memoria
- Memoria caché
- Memoria principal
- Memoria virtual



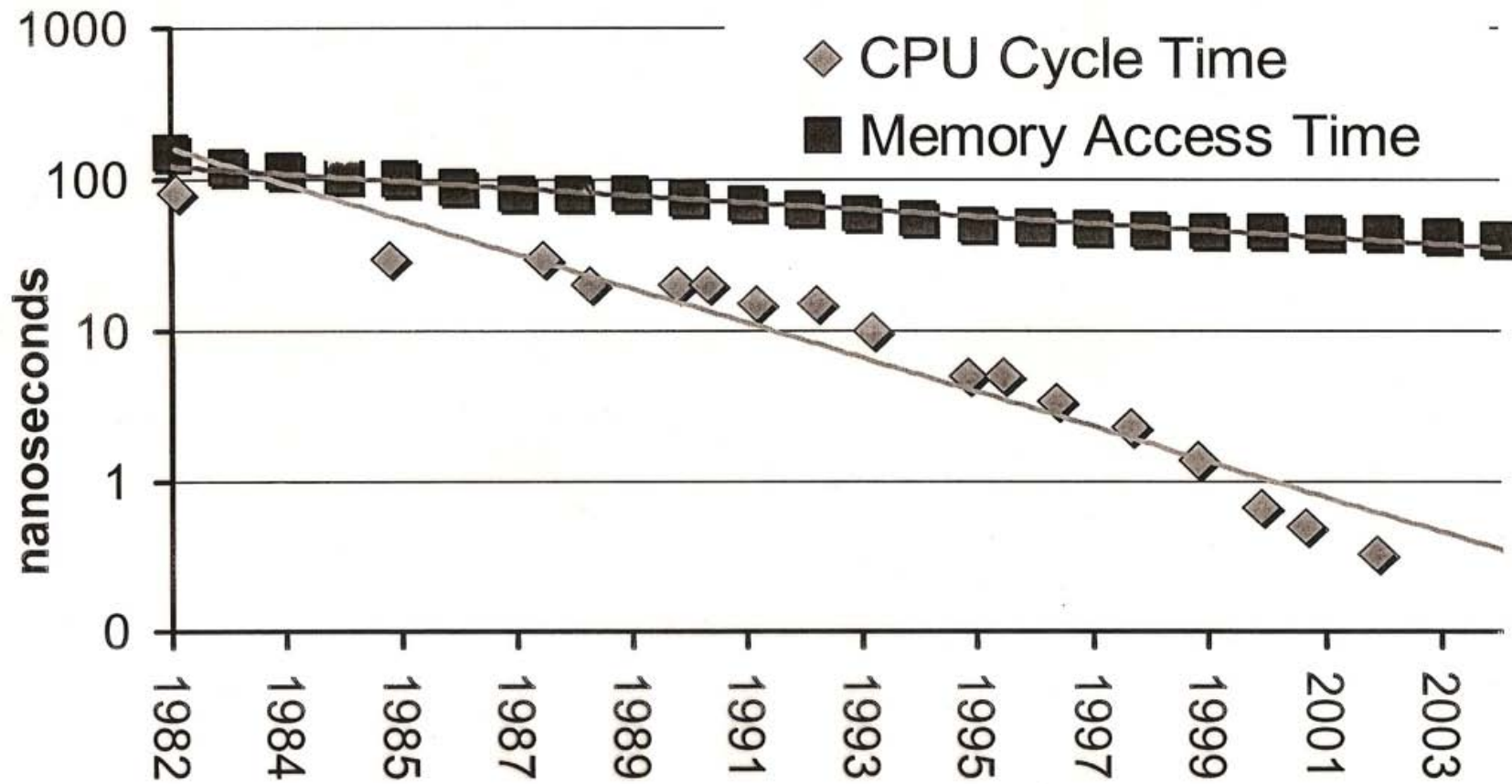


# Memoria y procesador: Caminos separados

Últimos 30 años



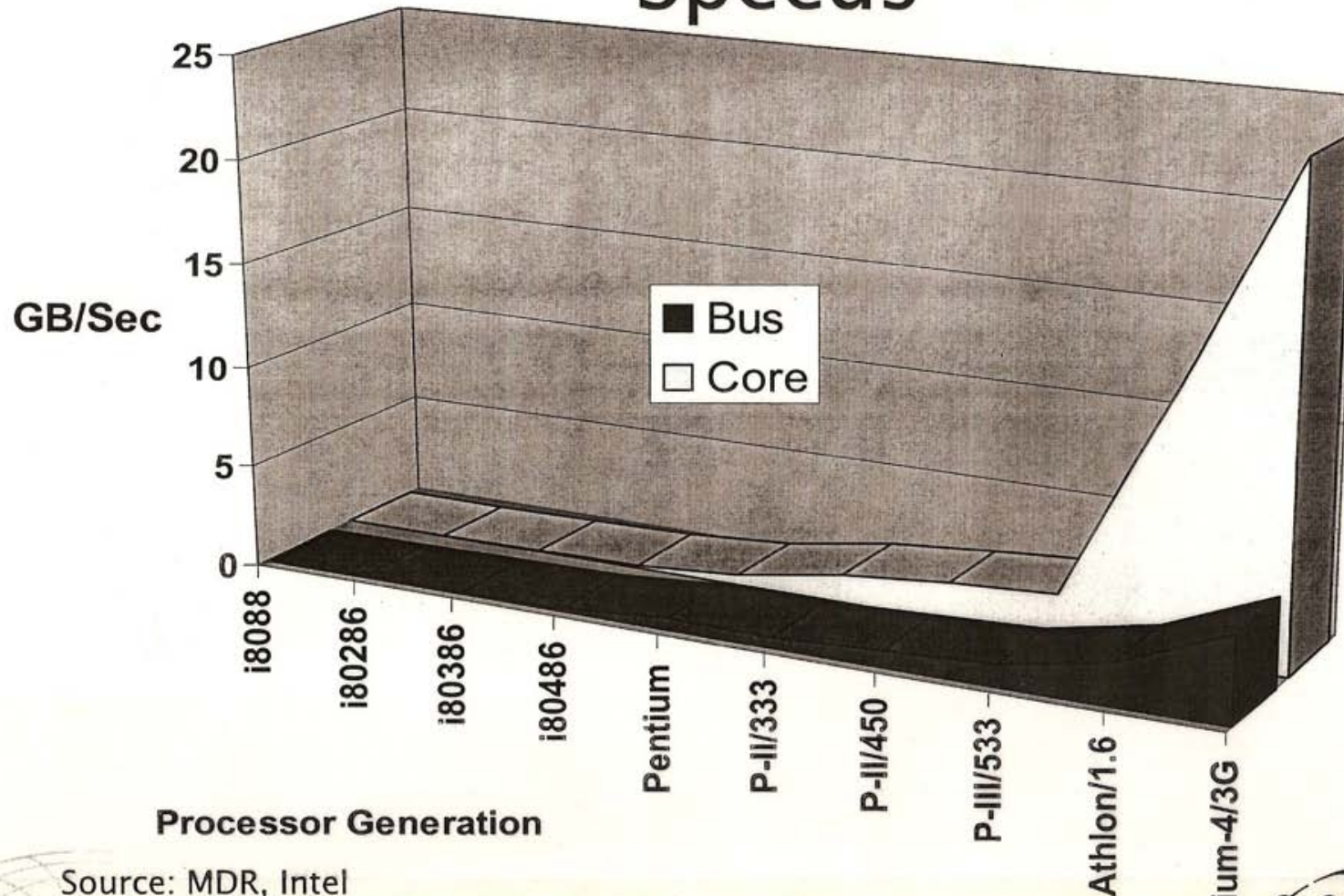
# Cycle Time Trends



Source: Intel, Micron



# Core Speeds Don't Reflect System Speeds



Source: MDR, Intel

# Jerarquía de memoria

- Restricciones del diseño del sistema de memoria: **capacidad, coste por bit y tiempo de acceso**
  - $\downarrow$  tiempo de acceso  $\Rightarrow$   $\uparrow$  coste por bit
  - $\uparrow$  capacidad  $\Rightarrow$   $\downarrow$  coste por bit
  - $\uparrow$  capacidad  $\Rightarrow$   $\uparrow$  tiempo de acceso



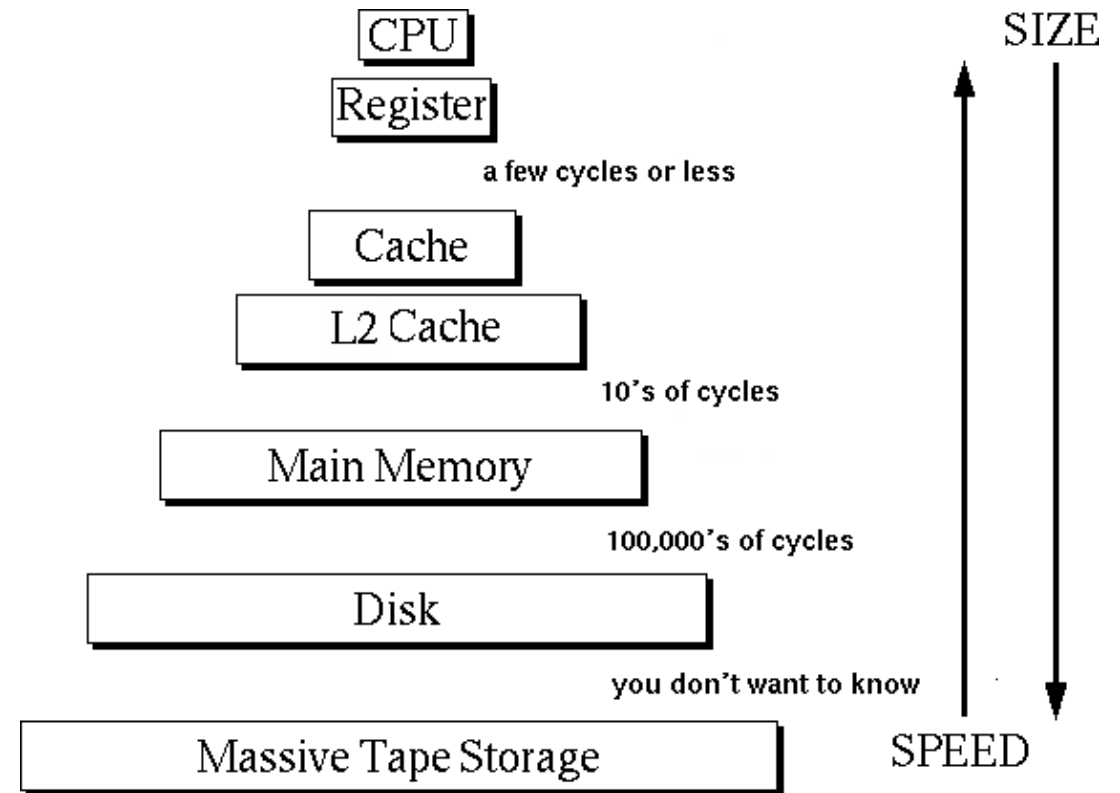
# Jerarquía de memoria

- **¿Solución?** Usar una jerarquía formada por distintos dispositivos de memoria
- Los accesos deben resolverse preferentemente en los niveles superiores de la jerarquía



# Jerarquía de memoria

- A medida que se desciende en la jerarquía:
  - ↓ coste por bit
  - ↑ capacidad
  - ↑ tiempo de acceso
  - ↓ frecuencia de accesos por parte la CPU



# Jerarquía de memoria

- Memorias pequeñas, caras y rápidas se complementan con otras más grandes, más baratas y lentas.
- Esta estrategia funciona si se cumple que a medida que se desciende en la jerarquía:
  - ✓ ↓ *coste por bit*
  - ✓ ↑ *capacidad*
  - ✓ ↑ *tiempo de acceso*
  - ✓ y ↓ *frecuencia de accesos por parte la CPU.*



# Jerarquía de memoria

- “A medida que se desciende en la jerarquía ↓ **frecuencia de accesos por parte la CPU.**”
- Esta condición se satisface debido al principio de localidad de las referencias: *En el curso de la ejecución de un programa, las referencias a memoria por parte del procesador tienden a estar agrupadas.*
- Dos vertientes:
  - **Localidad temporal:** Si se referencia un elemento de memoria, éste tenderá a ser referenciado pronto.
  - **Localidad espacial:** Si se referencia un elemento de memoria, los elementos cercanos a él tenderán a ser referenciados pronto.





# Jerarquía de memoria

- Otras formas de memoria que pueden ser incluidas en la jerarquía:
  - Almacenamiento expandido: Memoria interna, propia de sistemas IBM.
    - Tecnología semiconductor más lenta y menos cara que la de memoria principal.
    - Ramificación lateral de la jerarquía: transferencia entre memoria principal y el almacenamiento expandido pero no entre éste y la memoria interna.
  - Discos ópticos
  - Dispositivos de memoria de burbuja
  - Caché de disco:
    - Adición de más niveles a la jerarquía mediante software. Parte de la memoria principal se utiliza como buffer temporal de datos que van a ser volcados en disco. Aumento de las prestaciones:
      - Las escrituras se hacen por grupos.
      - Algunos datos destinados a ser escritos como salidas pueden referenciarse por un programa antes de ser volcados en disco.

