

# **Arquitectura de Computadoras**

---

## **Anexo Clase 7**

### **Buses del Sistema**

# Estructuras de interconexión

---

- Todas las unidades han de estar interconectadas.
- Existen distintos tipos de interconexiones para los distintos tipos de unidades:
  - Memoria
  - Módulo de E/S
  - Procesador

# Interconexión de la memoria

---

- Recibe y entrega datos.
- Recibe direcciones (ubicación de trabajo).
- Recibe señales de control
  - Leer
  - Escribir
  - Temporizar

# Interconexión del módulo E/S

---

- E/S es funcionalmente similar a la memoria
  - Recibe y entrega datos del/al procesador
    - Envía y recibe datos al/del periférico
  - Recibe direcciones (ubicación del periférico)
  - Recibe señales de control del procesador
    - Envía señales de control al periférico
  - Envía señales de control al procesador
    - Interrupción

# Interconexión del procesador

---

- Lee instrucciones y datos.
- Escribe datos (los procesados).
- Envía señales de control a otras unidades.
- Recibe (y utiliza) señales de interrupción.

# Buses

---

- Existe una serie de sistemas de interconexión.
- Las estructuras sencillas y múltiples son las más comunes.
  - Ejemplo: control/dirección/bus de datos (PC)
  - Ejemplo: unibus (DEC-PDP)

# ¿Qué es un bus?

---

- Es un camino de comunicación entre dos o más dispositivos.
- Normalmente, medio de transmisión.
- Suele agruparse:
  - Varios caminos de comunicación o líneas con función común.
    - un dato de 8 bits puede transmitirse mediante ocho líneas del bus.

# Bus de datos

---

- Transmite datos.
  - Recuerde que a este nivel no existe diferencia alguna entre “datos” e “instrucciones”.
- El ancho del bus es un factor clave a la hora de determinar las prestaciones.
  - 8, 16, 32, 64 bits.



# Bus de dirección

---

- Identifica la fuente o destino de un 'dato'.
  - cuando el procesador desea leer una palabra de una determinada parte en la memoria.
- El ancho del bus de direcciones determina la máxima capacidad de memoria posible en el sistema.
  - MSX88 tiene un bus de dirección de 16 bits, lo que define un espacio para direcciones de 64K lugares

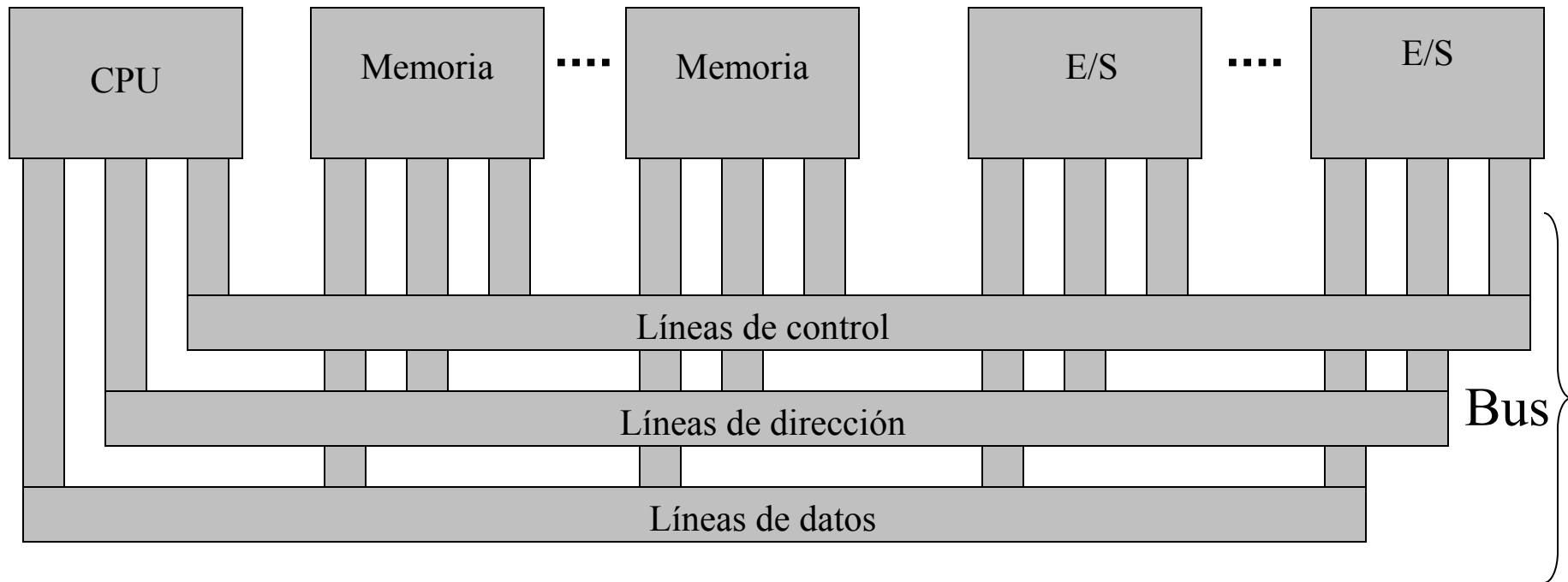
# Bus de control

---

- Transmite información de señales de control y temporización
  - Señal de escritura/lectura en memoria.
  - Petición de interrupción.
  - Señales de reloj.

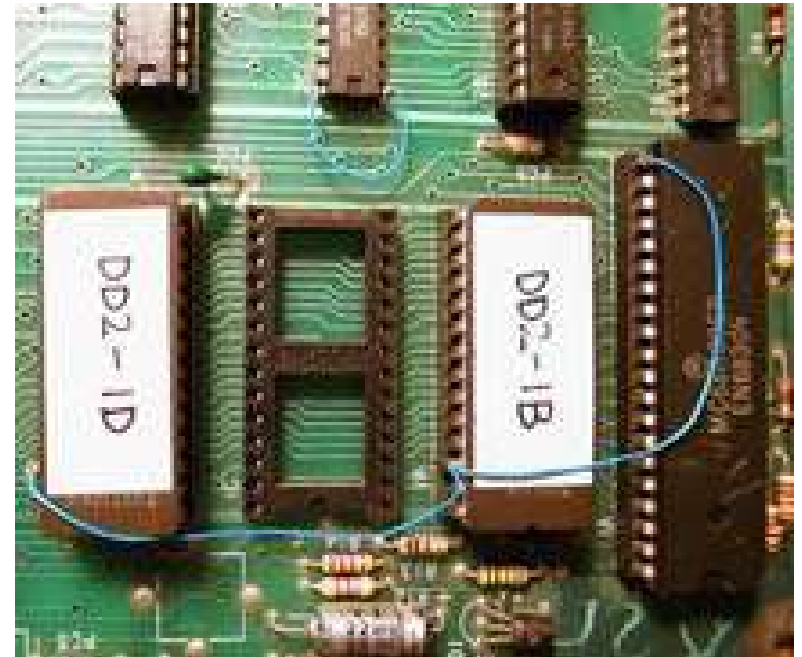
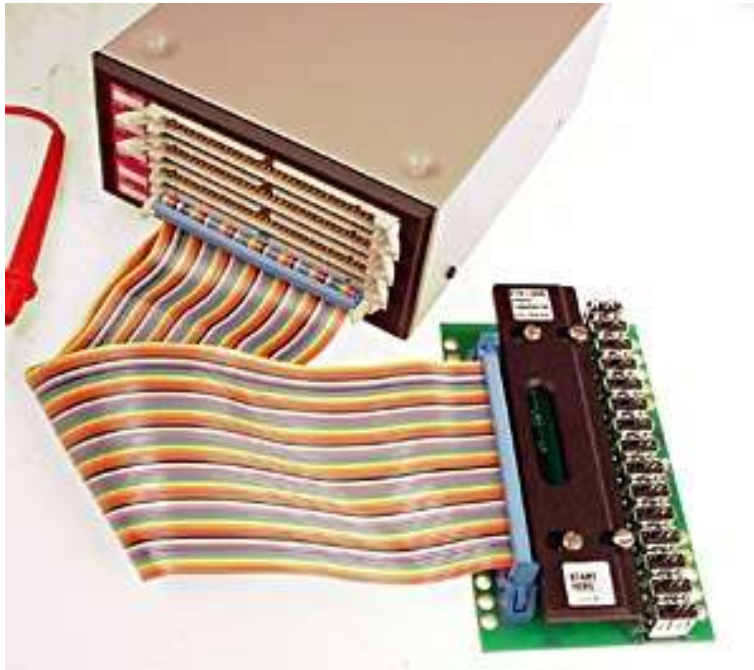
# Interconexión mediante un bus

---



# Cómo son ???

- Es un conjunto de conductores eléctricos paralelos.
- Líneas de metal.
- Poseen conectores para colocar 'tarjetas'

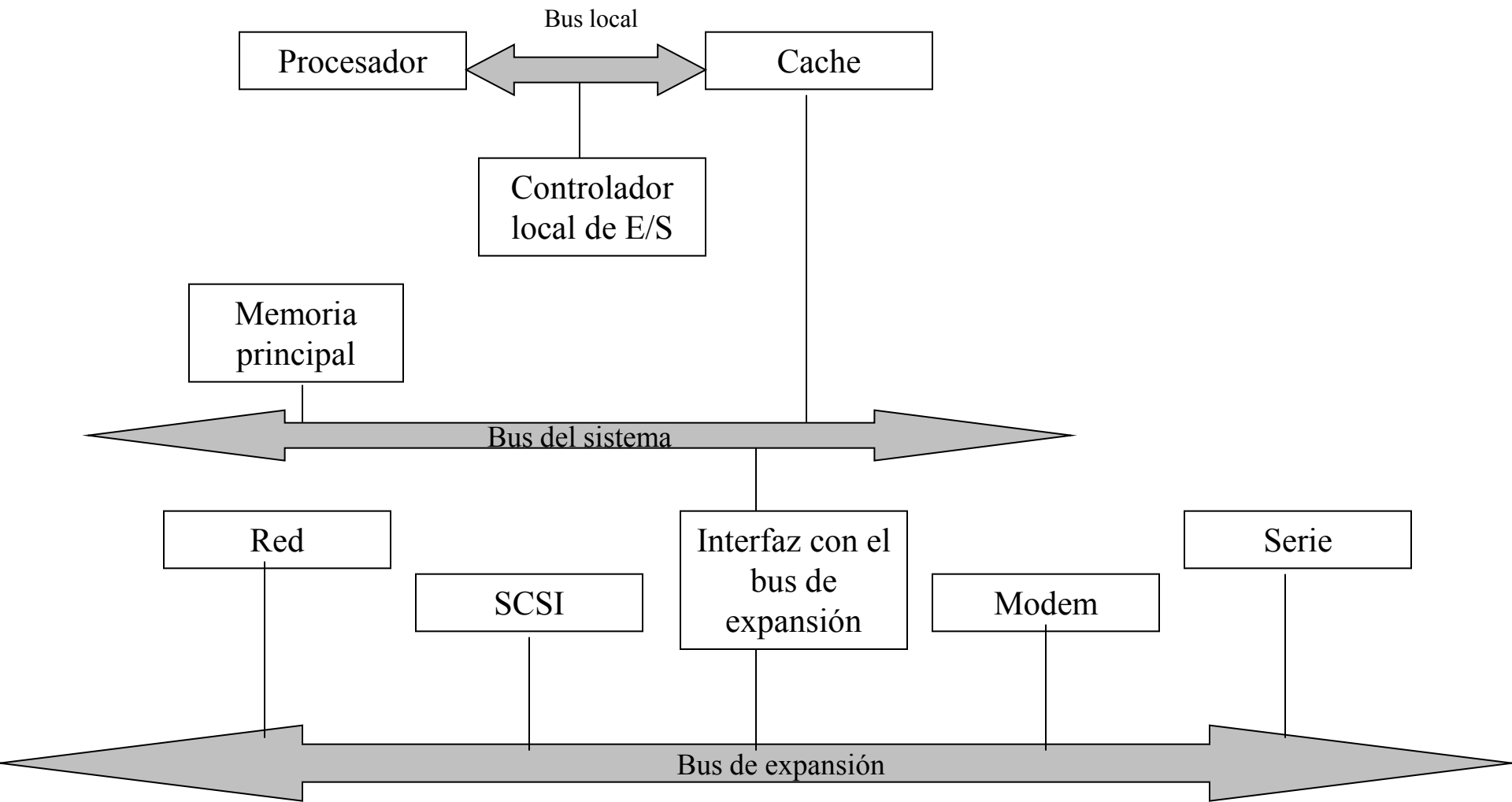


# Problemas de un único bus

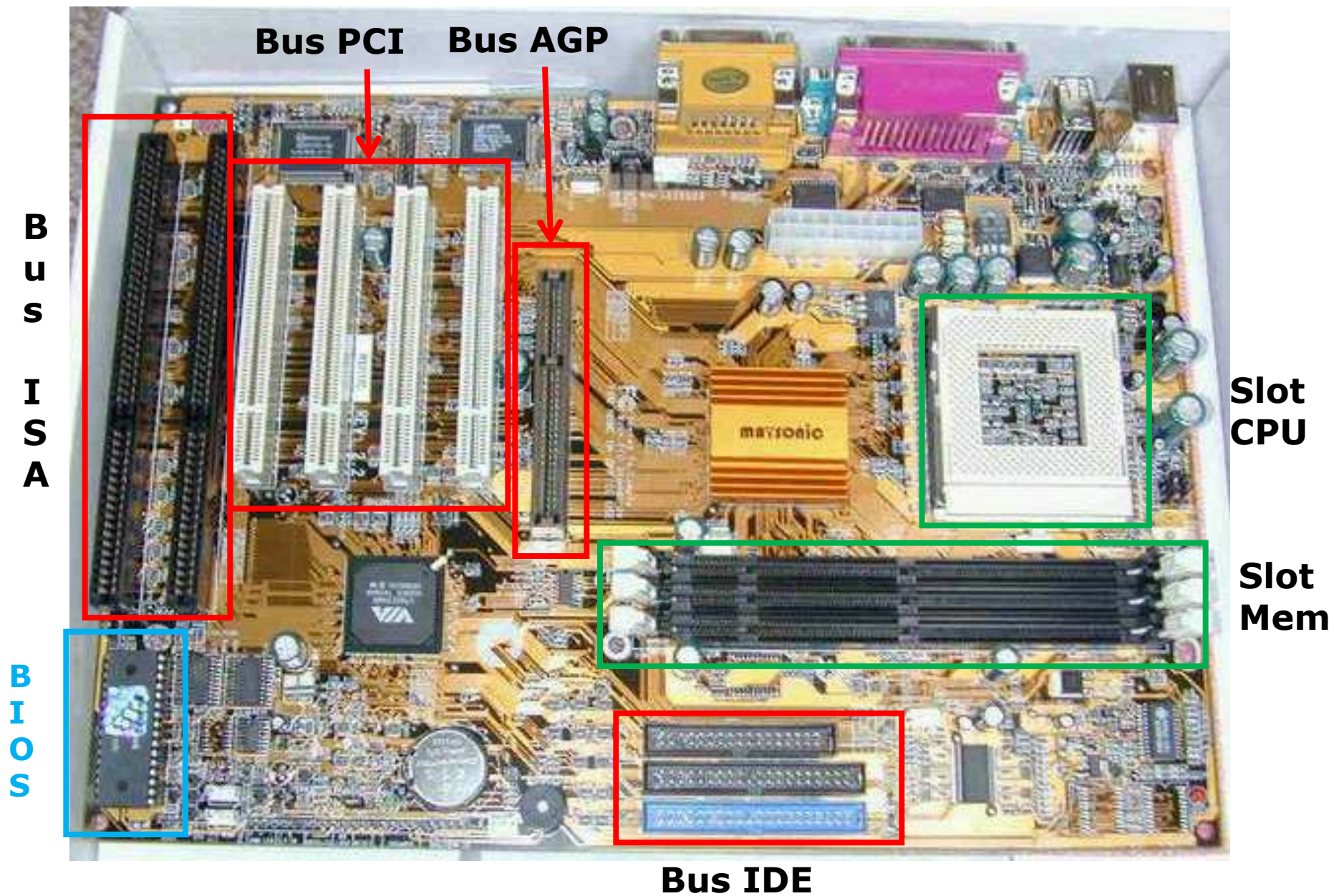
---

- Conectar gran número de dispositivos a un bus producen Retardos de propagación
  - Si el control del bus pasa de un dispositivo a otro, puede afectar sensiblemente a las prestaciones.
- La mayoría de los sistemas utilizan varios buses para solucionar estos problemas.
  - Jerarquía de buses

# Arquitectura de bus tradicional







# Tipos de buses

---

## ➤ Dedicados

- Uso de líneas separadas para direcciones y para datos.
  - 16 líneas de direcciones
  - 16 líneas de datos
  - 1 línea de control de lectura ó escritura (r/w)

## ➤ Multiplexados

- Uso de las mismas líneas.
  - 16 líneas de direcciones ó datos
  - 1 línea de control de lectura ó escritura (r/w)
  - 1 línea de control para definir direcciones ó datos (a/d)
- Menos líneas pero mas circuitería. ¿Prestaciones?



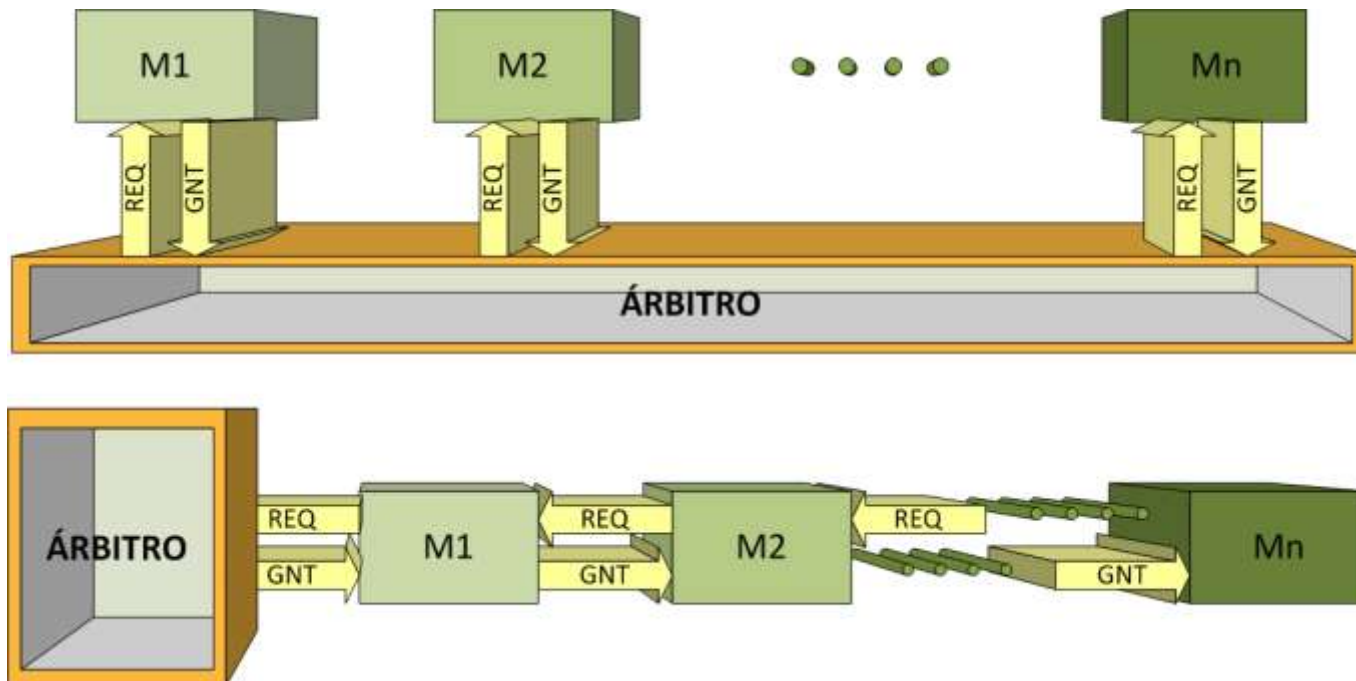
# Arbitraje del bus

---

- El control del bus puede necesitar más de un módulo.
  - Ejemplo: CPU y el controlador DMA
- Sólo una unidad puede transmitir a través del bus en un instante dado.
- Los métodos de arbitraje se pueden clasificar como centralizados o distribuidos.

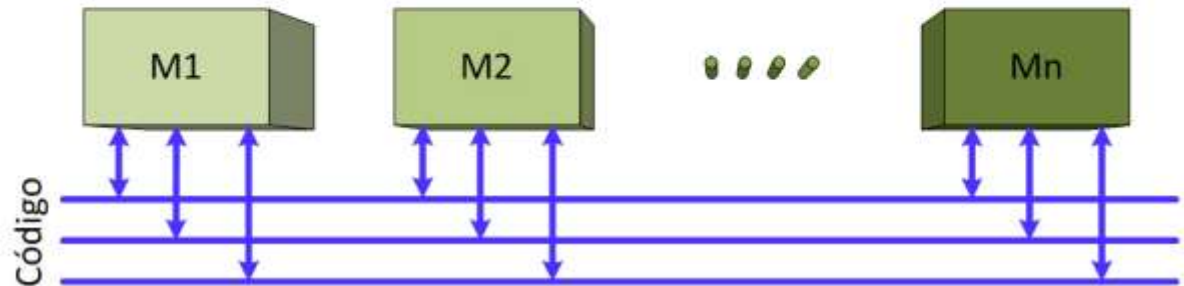
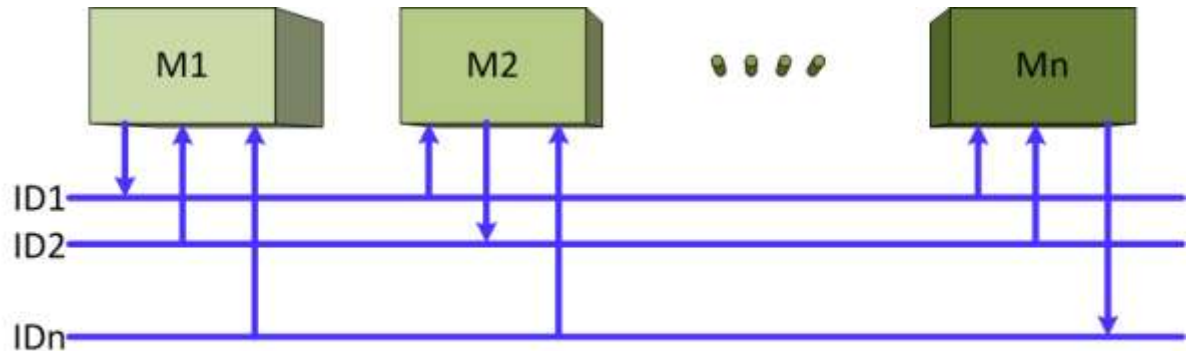
# Arbitraje centralizado

- Un único dispositivo hardware es responsable de asignar tiempos en el bus: **Controlador del bus ó Árbitro**
  - Puede estar en un módulo separado o ser parte del procesador.



# Arbitraje distribuido

- Cada módulo puede controlar el acceso al bus.
- Cada módulo dispone de lógica para controlar el acceso.

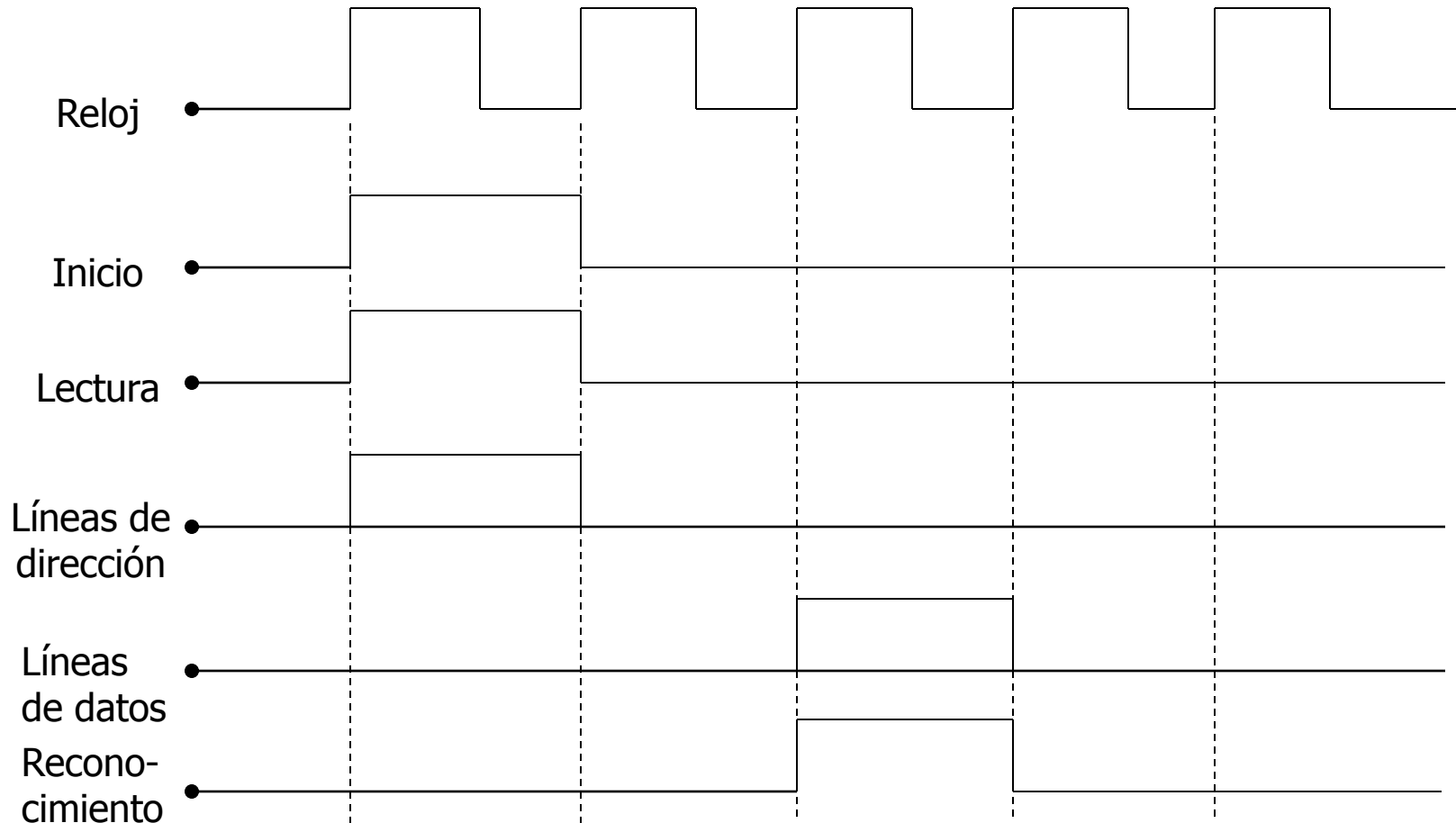


# Temporización

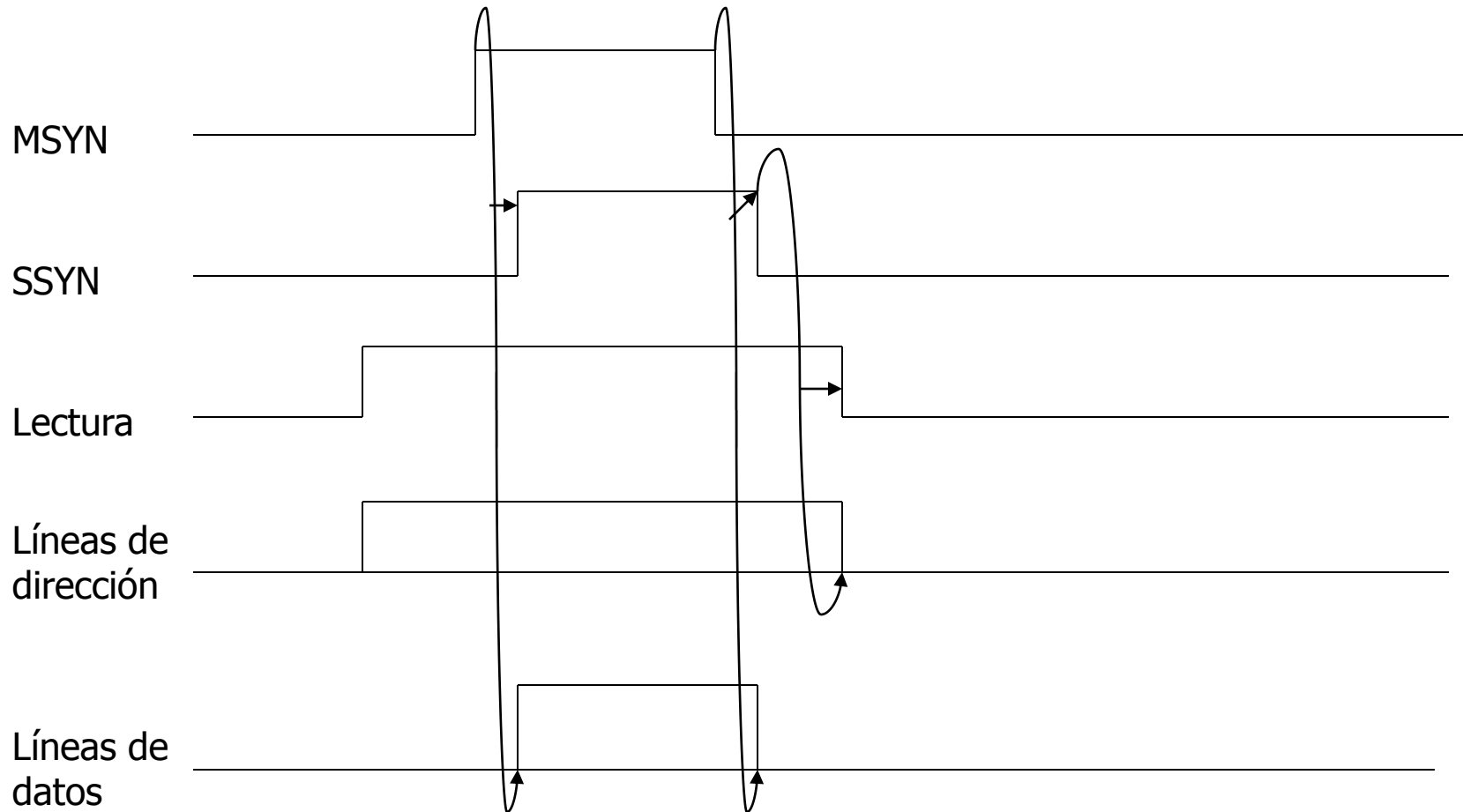
---

- Forma de coordinar los eventos en el bus.
- Temporización síncrona
  - La presencia de un evento está determinada por un reloj.
  - El bus incluye una línea de reloj.
  - Un intervalo desde un “uno” seguido de otro a “cero” se conoce como ciclo de bus.
  - Todos los dispositivos del bus pueden leer la línea de reloj.
  - Suele sincronizar en el flanco de subida.
  - La mayoría de los eventos se prolongan durante un único ciclo de reloj.

# Temporización síncrona



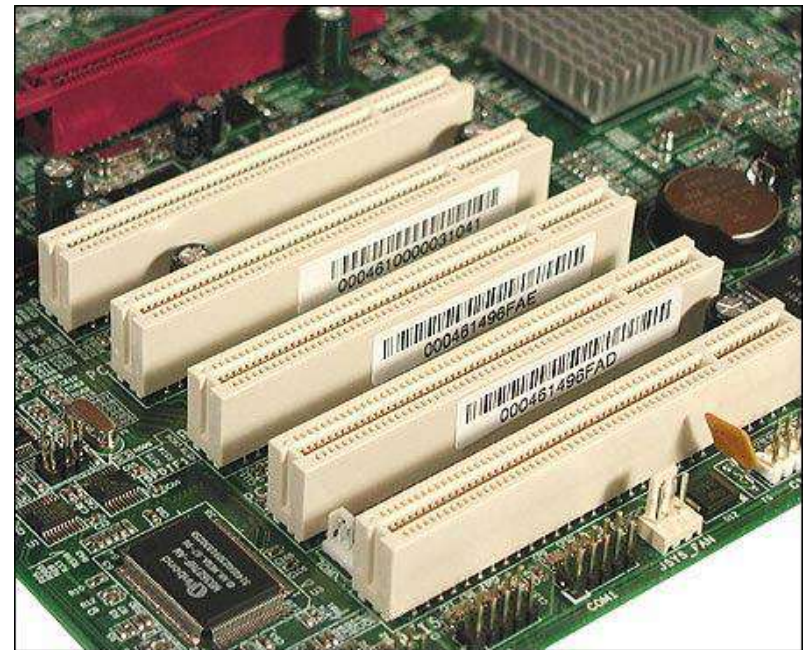
# Temporización asíncrona



# Bus PCI

---

- Interconexión de Componente Periférico.
- Intel cedió sus patentes al dominio público.
- 32 o 64 bits.
  - 32 bit a 33MHz = 133 MB/s
  - 64 bit a 66MHz = 528 MB/s
- Comandos
  - Transacción maestro - esclavo.
  - Maestro toma control del bus.
  - Determina tipo de transacción.
    - lectura ó escritura
  - Fase de direccionamiento.
  - Una o más fases de datos.



# Líneas de señal PCI

---

## ➤ 49 líneas obligatorias

- Líneas del sistema
  - Incluyen reloj y reset.
- Terminales de direcciones y datos
  - 32 líneas multiplexadas para direcciones y datos.
  - Líneas para interpretar y validar eventos.
- Terminales de control de la interfaz
  - Temporización y Coordinación
- Terminales de arbitraje
  - Líneas no compartidas.
  - Conexión directa al árbitro del bus PCI.
- Terminales para señales de error

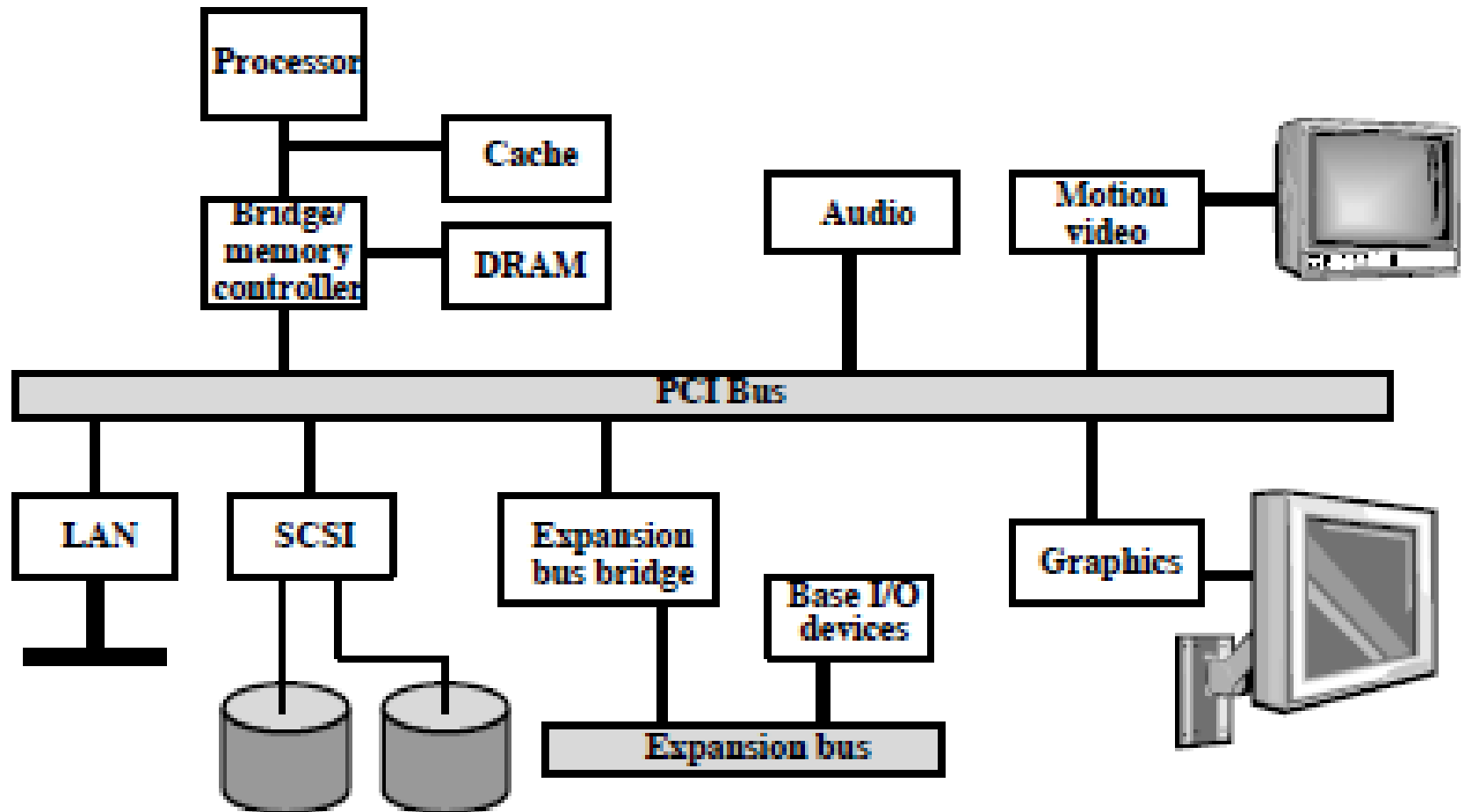
## ➤ 51 líneas opcionales

- Extensión a 64 bits
  - 32 líneas adicionales.
  - Líneas multiplexadas.
  - 2 líneas para transferir a 64 bits.

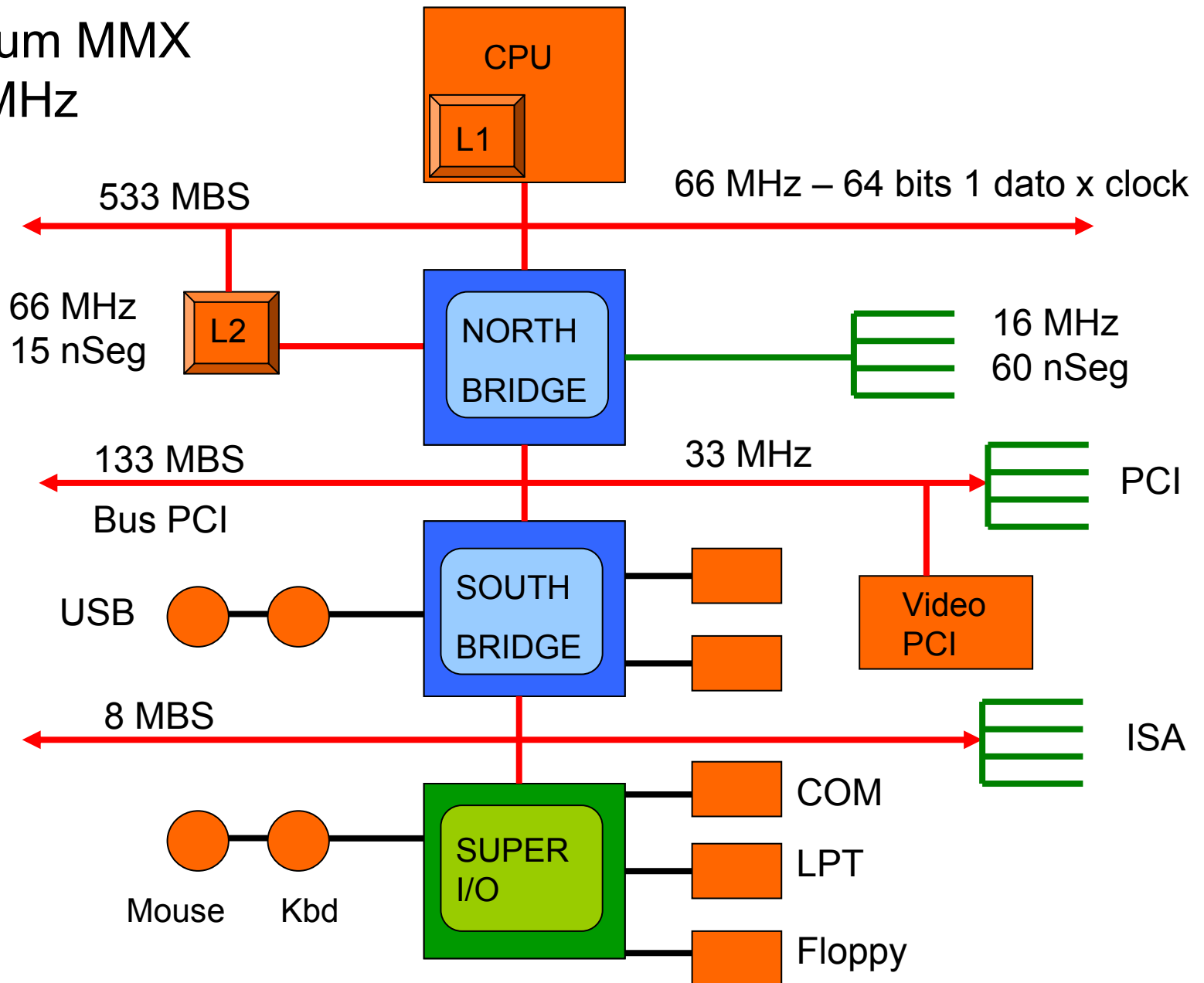


# Sistema con Bus PCI típico

---



# Pentium MMX 266 MHz



# Pentium MMX 266 MHz

---

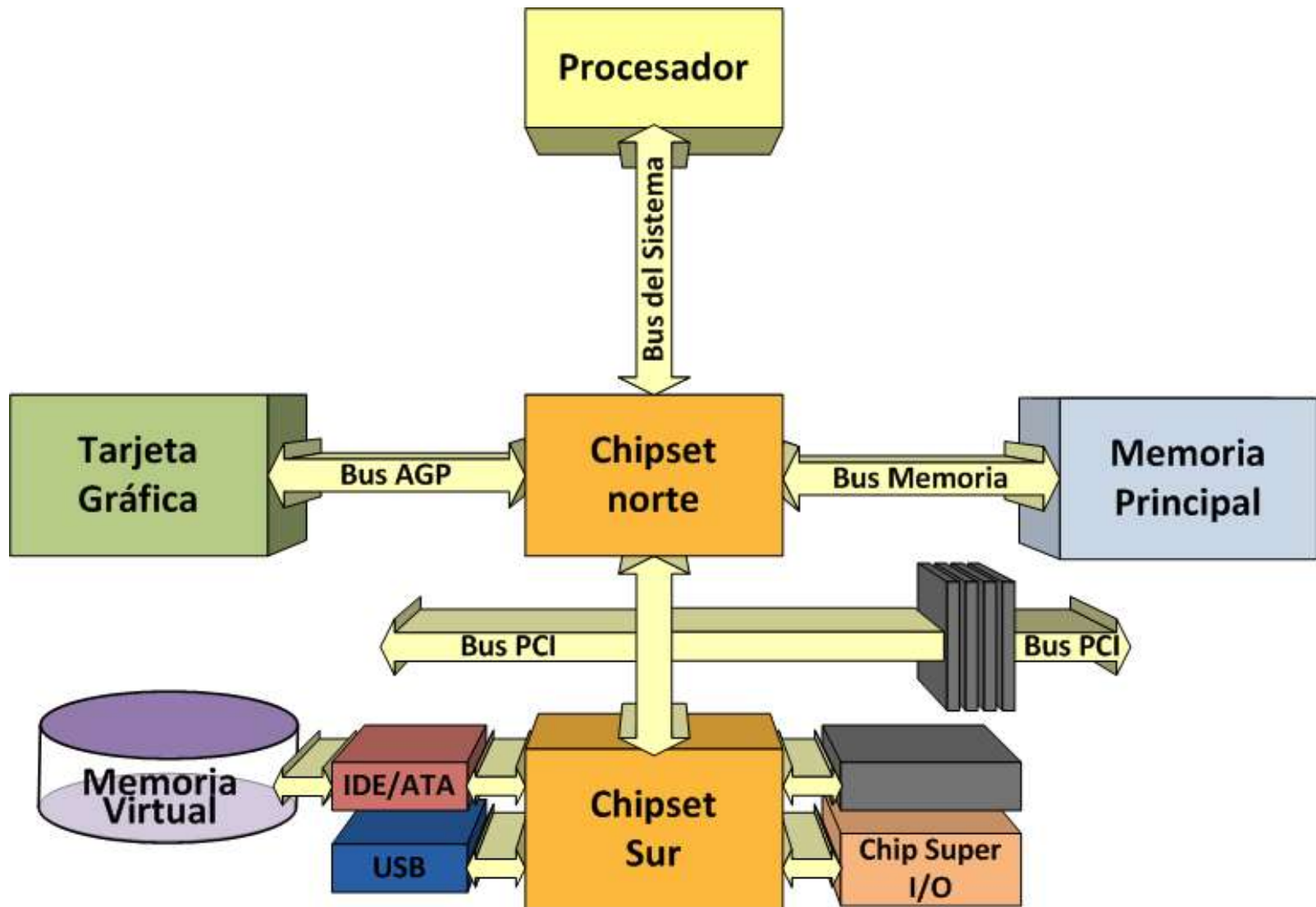
✓ FSB = Front Side Bus

$$66,66 \text{ MHz} \times 64 \text{ bits} \times 1 \text{ dato.clock} =$$
$$533 \text{ MBytes/seg} \quad \leftarrow$$

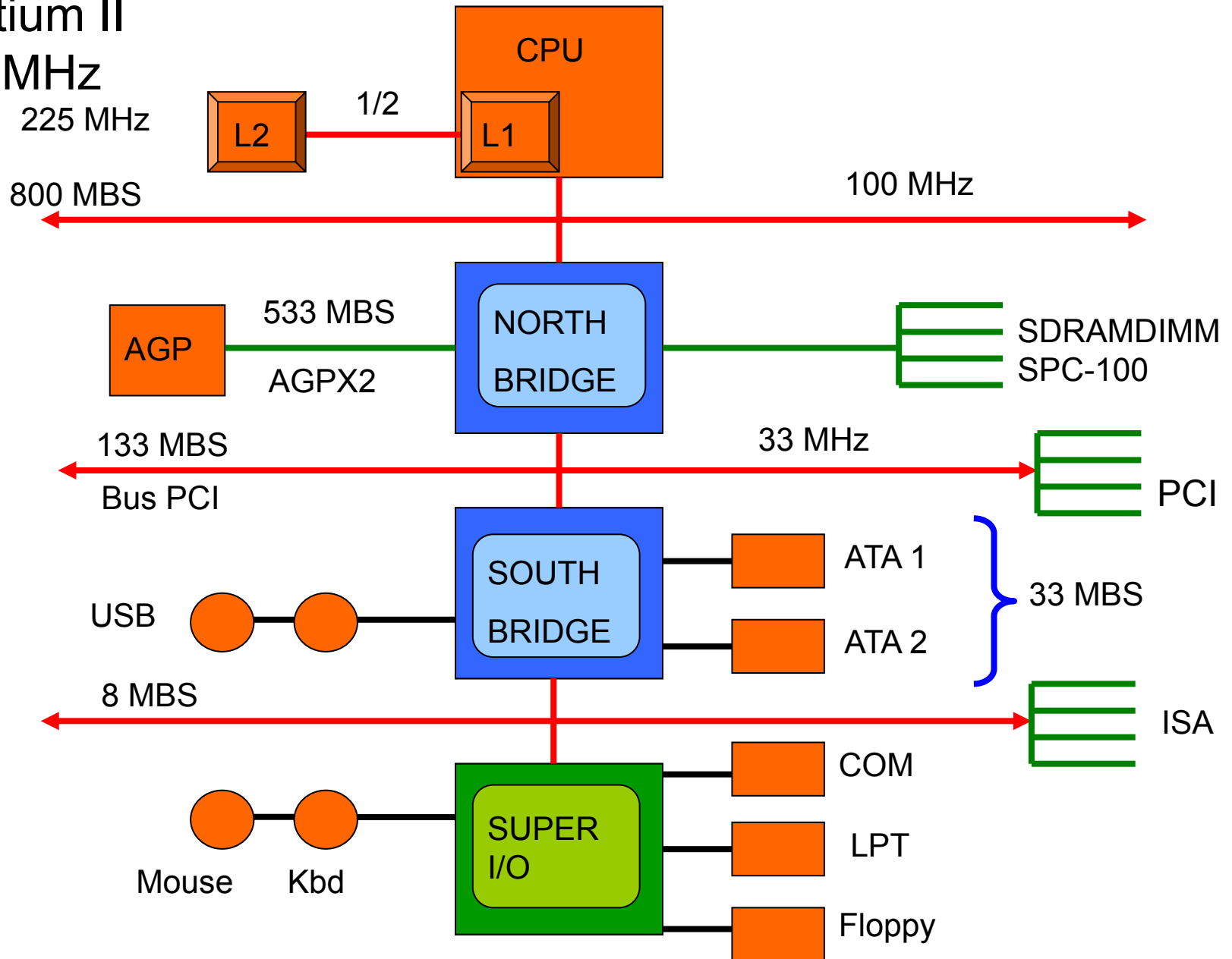
✓ Bus PCI

$$33,33 \text{ MHz} \times 32 \text{ bits} \times 1 \text{ dato.clock} =$$
$$133 \text{ MBytes/seg} \quad \leftarrow$$

# Evolución de jerarquía de bus (1)



# Pentium II 450 MHz



# Pentium II 450 MHz

---

✓ FSB = Front Side Bus

$100 \text{ MHz} \times 64 \text{ bits} \times 1 \text{ dato.clock} = 800 \text{ MBytes/seg}$

✓ Bus AGP

$66,66 \text{ MHz} \times 32 \text{ bits} \times 2 \text{ datos.clock} = 533 \text{ MBytes/seg}$

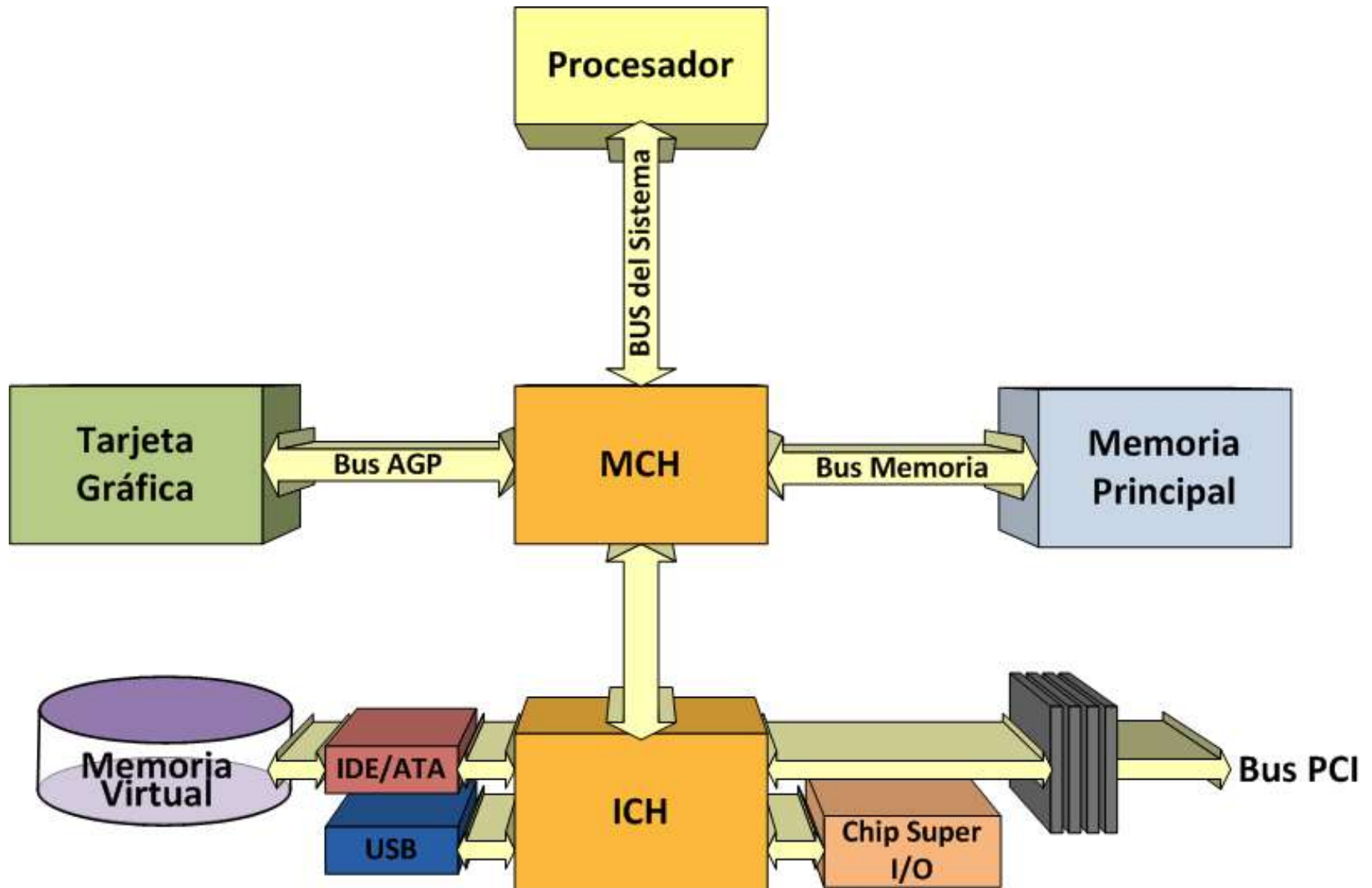
✓ ATA-UDMA

$8,33 \text{ MHz} \times 16 \text{ bits} \times 2 \text{ datos.clock} = 33 \text{ MBytes/seg}$

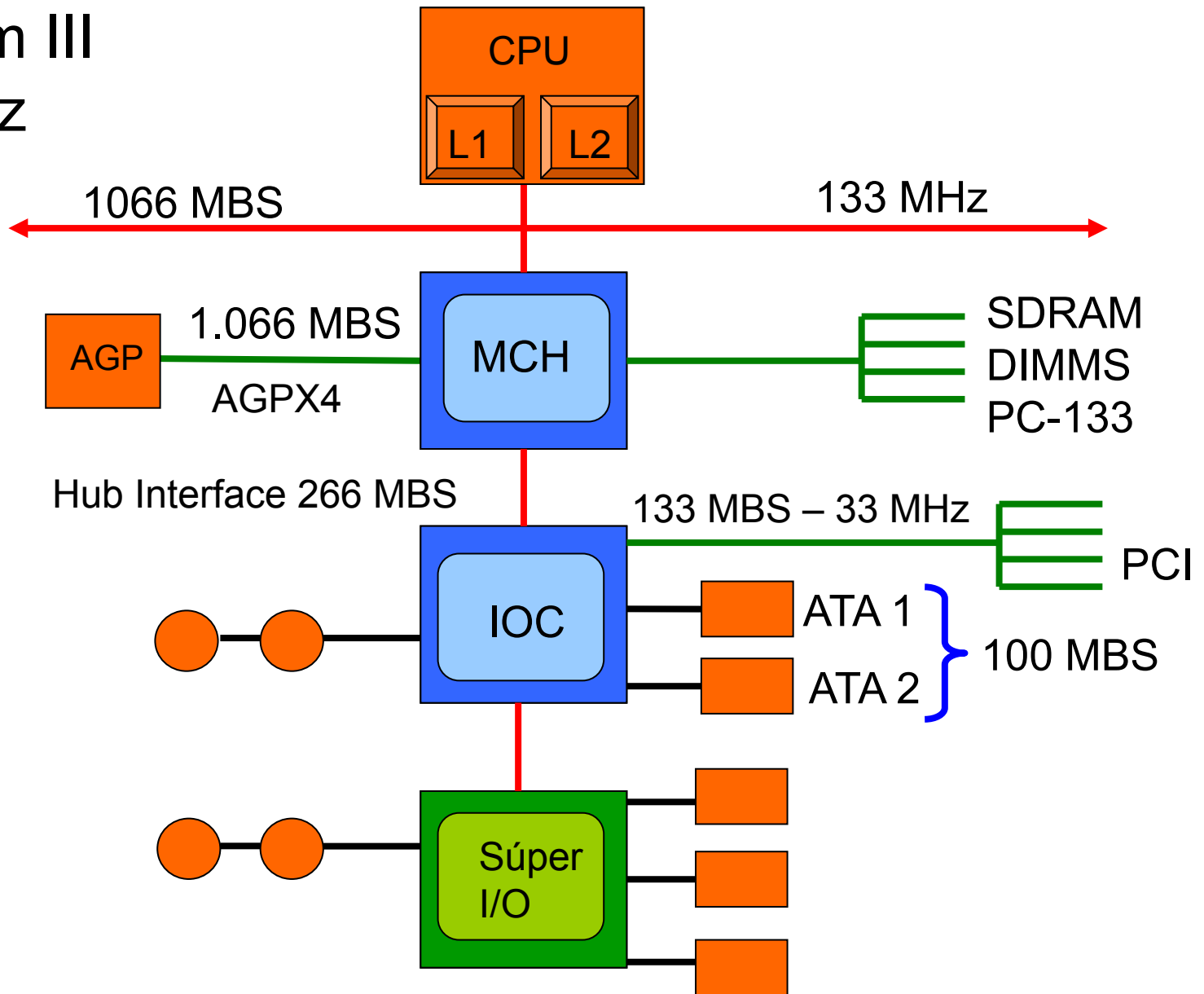
✓ PC100 SDRAM DIMM

$100 \text{ MHz} \times 64 \text{ bits} \times 1 \text{ dato.clock} = 800 \text{ MBytes/seg}$

# Evolución de jerarquía de bus (2)



# Pentium III 1,4 GHz





# Pentium III 1,4 GHz

---

➤ MCH = Memory Controller Hub

➤ IOC = I/O Controller

✓ FSB = Front Side Bus

$133,33 \text{ MHz} \times 64 \text{ bits} \times 1 \text{ dato.clock} = 1066 \text{ MBytes/seg}$

✓ Bus AGP

$66,66 \text{ MHz} \times 32 \text{ bits} \times 4 \text{ datos.clock} = 1066 \text{ MBytes/seg}$

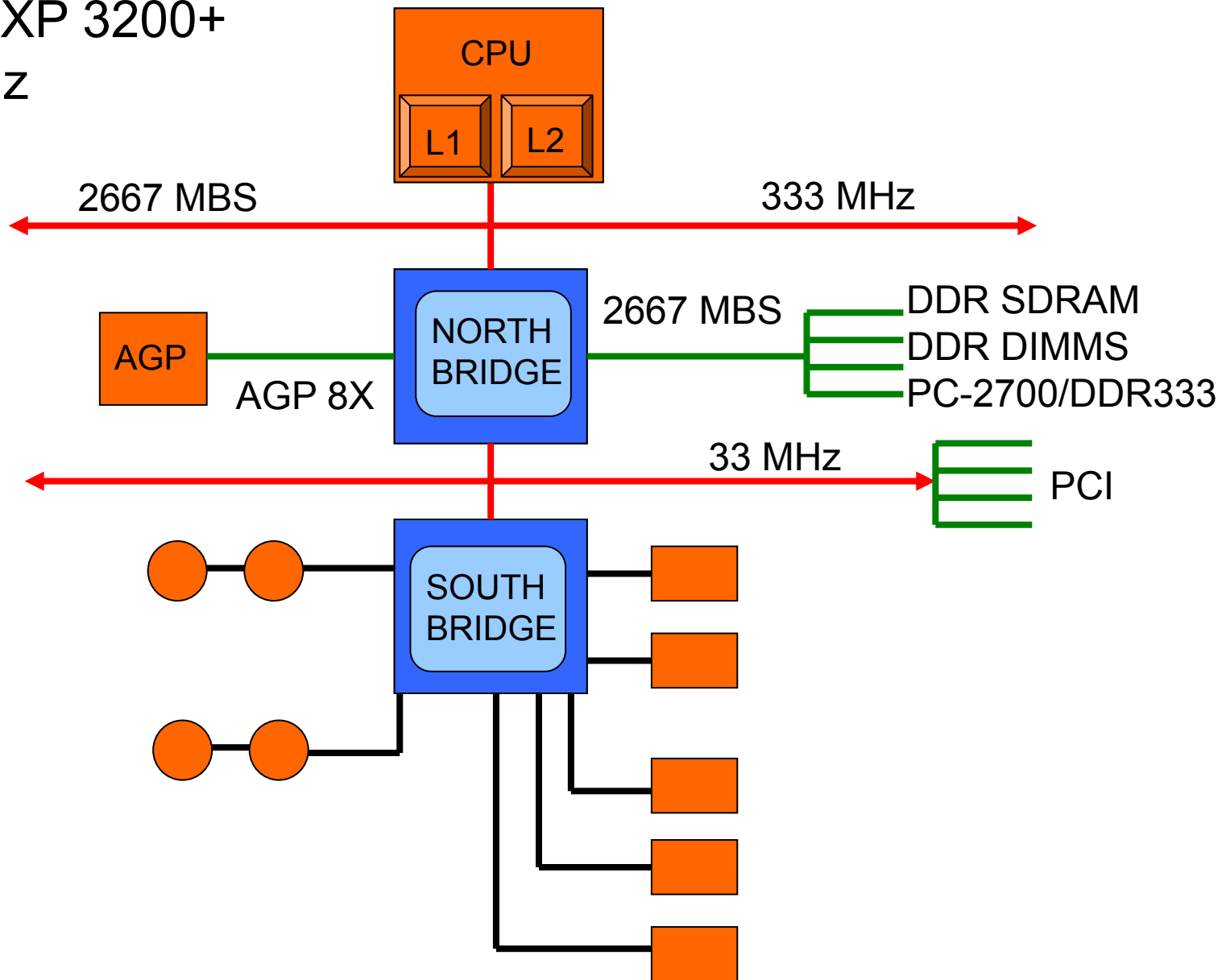
✓ ATA-UDMA

$25 \text{ MHz} \times 16 \text{ bits} \times 2 \text{ datos.clock} = 100 \text{ MBytes/seg}$

✓ PC133 SDRAM DIMM

$133,33 \text{ MHz} \times 64 \text{ bits} \times 1 \text{ dato.clock} = 1066 \text{ MBytes/seg}$

# Athlon XP 3200+ 2,2 GHz



# Athlon XP 3200+ 2,2 GHz

---

✓ FSB = Front Side Bus

$166,66 \text{ MHz} \times 64 \text{ bits} \times 2 \text{ datos.clock} = 2667 \text{ MBytes/seg}$

✓ Bus AGP

$66,66 \text{ MHz} \times 32 \text{ bits} \times 8 \text{ datos.clock} = 2133 \text{ MBytes/seg}$

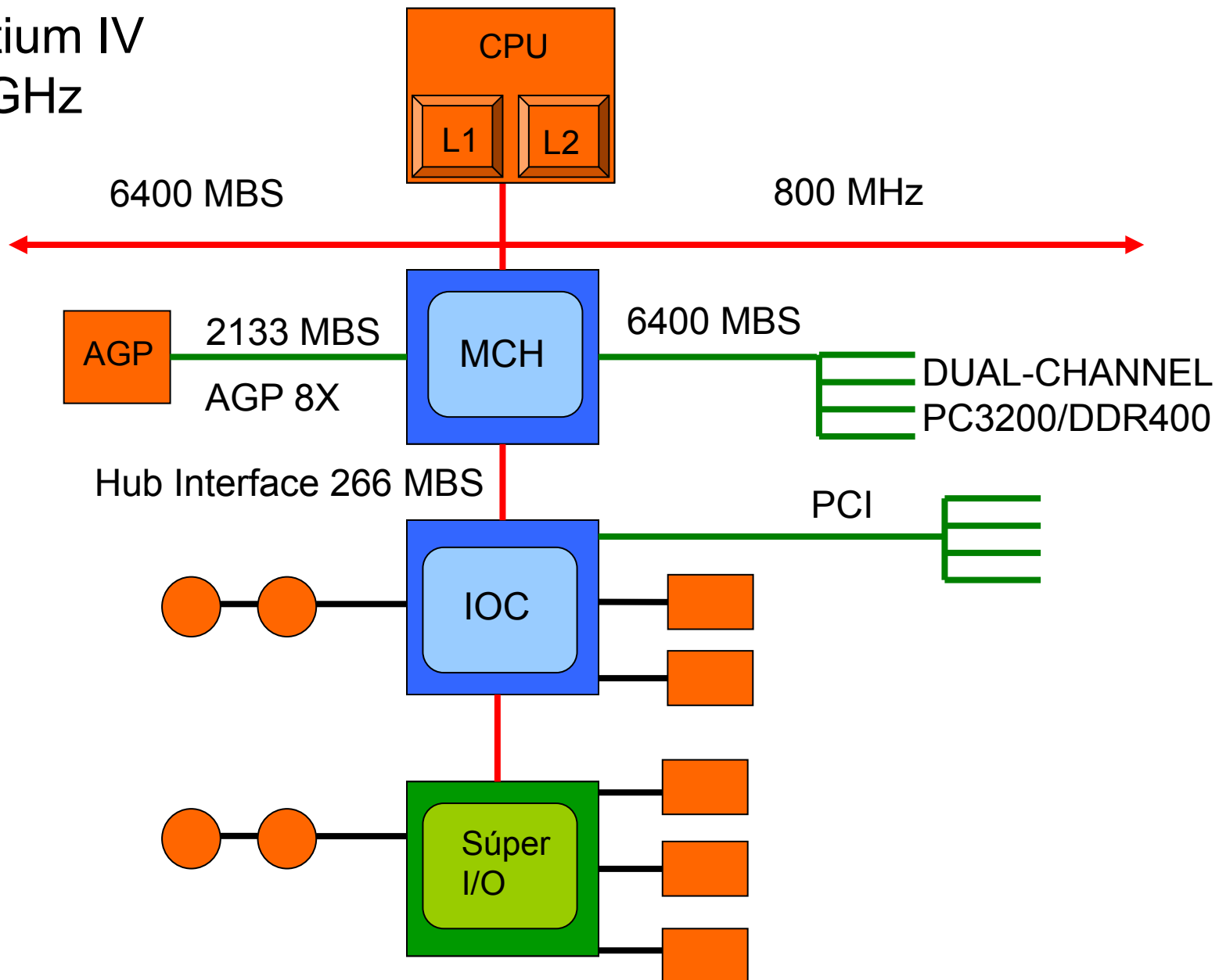
✓ ATA-UDMA

$25 \text{ MHz} \times 16 \text{ bits} \times 2 \text{ datos.clock} = 100 \text{ MBytes/seg}$

✓ PC2700 DDR DIMM (DDR 333)

$166,66 \text{ MHz} \times 64 \text{ bits} \times 2 \text{ datos.clock} = 2667 \text{ MBytes/seg}$

# Pentium IV 3,6 GHz



# Pentium IV 3,6 GHz

---

✓ FSB = Front Side Bus

$200 \text{ MHz} \times 64 \text{ bits} \times 4 \text{ datos.clock} = 6400 \text{ MBytes/seg}$

✓ Bus AGP

$66,66 \text{ MHz} \times 32 \text{ bits} \times 8 \text{ datos.clock} = 2133 \text{ MBytes/seg}$

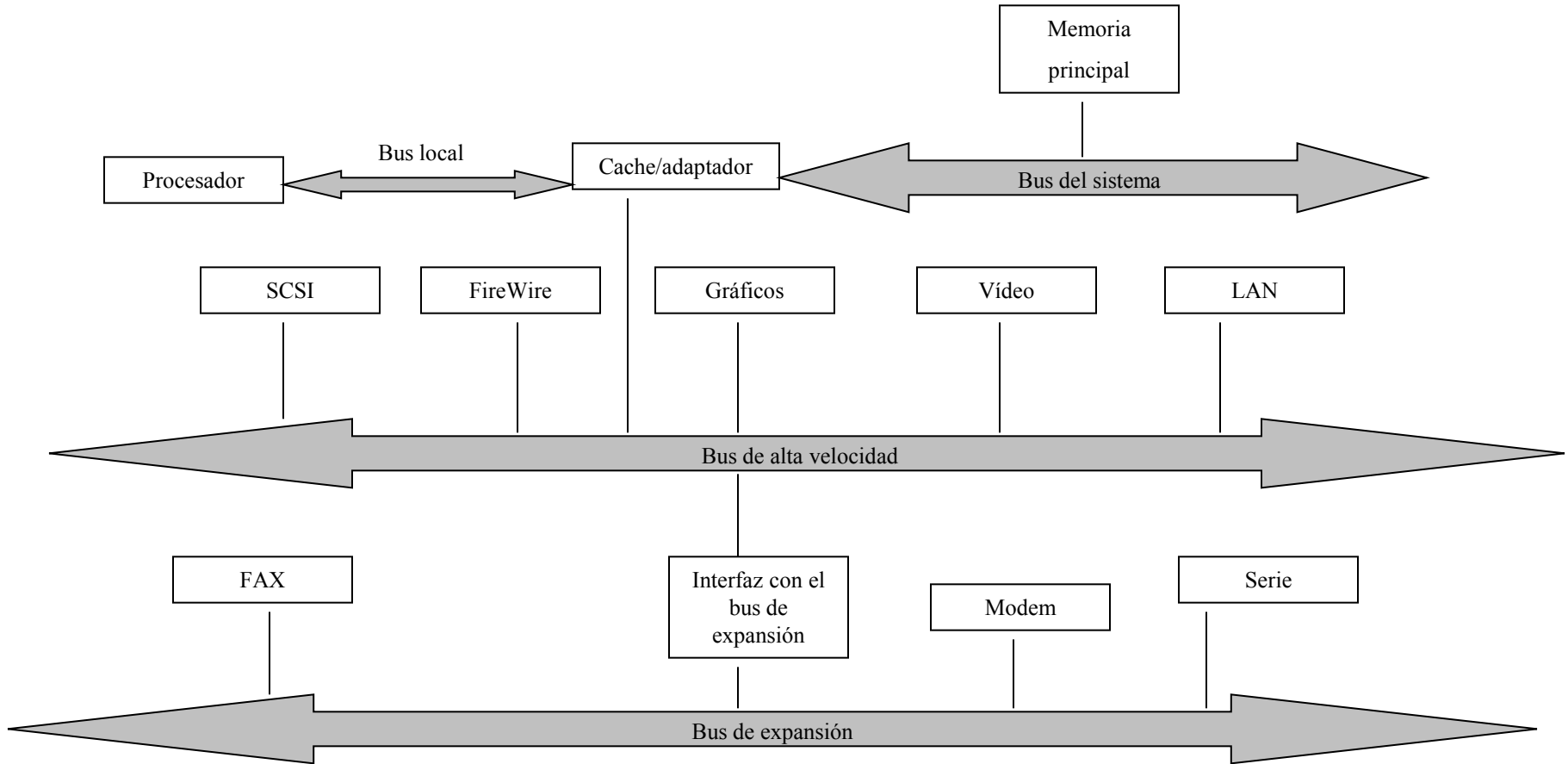
✓ ATA-UDMA

$25 \text{ MHz} \times 16 \text{ bits} \times 2 \text{ datos.clock} = 100 \text{ MBytes/seg}$

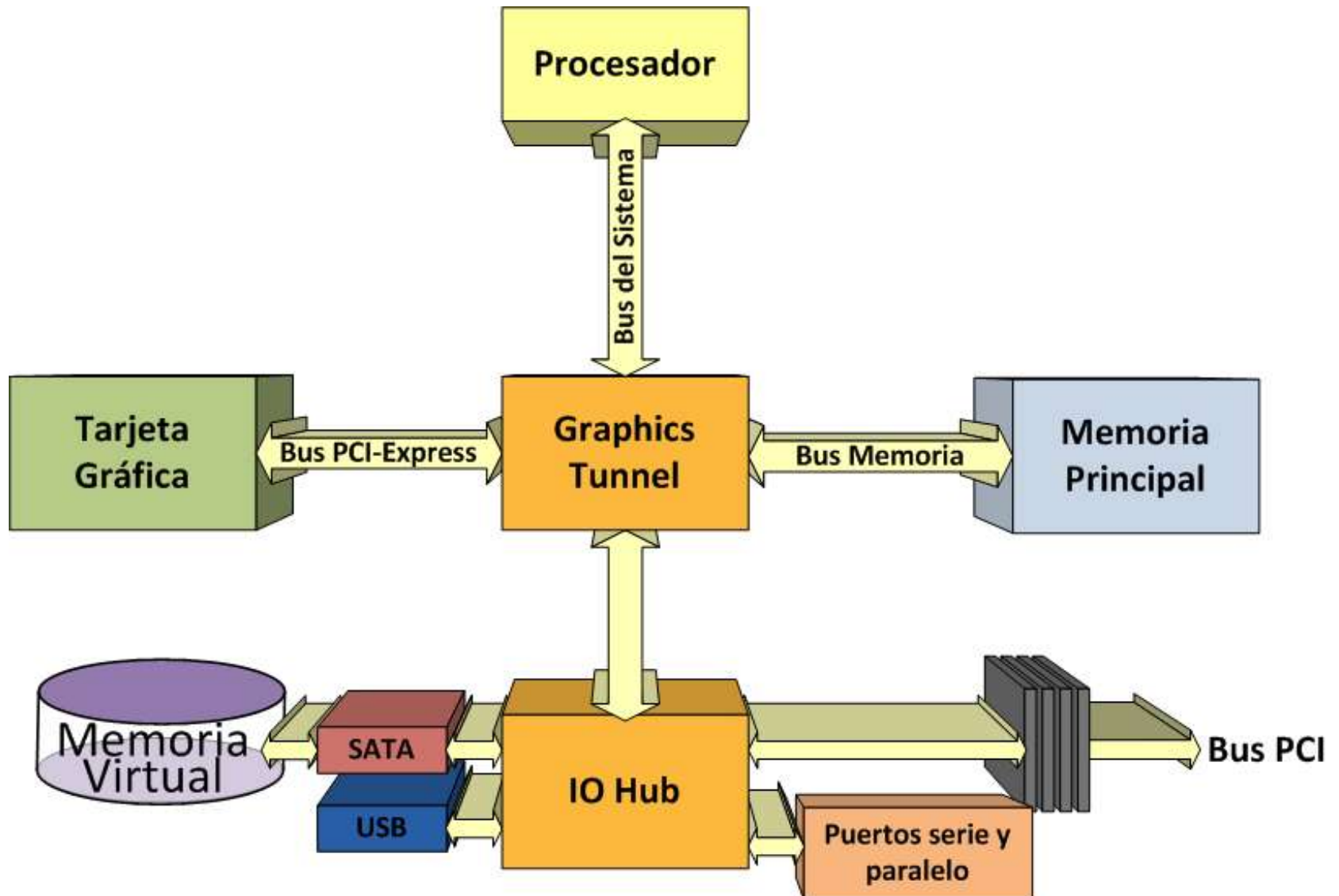
✓ PC3200 DDR DIMM (DDR400)

$200 \text{ MHz} \times 64 \text{ bits} \times 2 \text{ dato.clock} = 3200 \text{ MBytes/seg}$

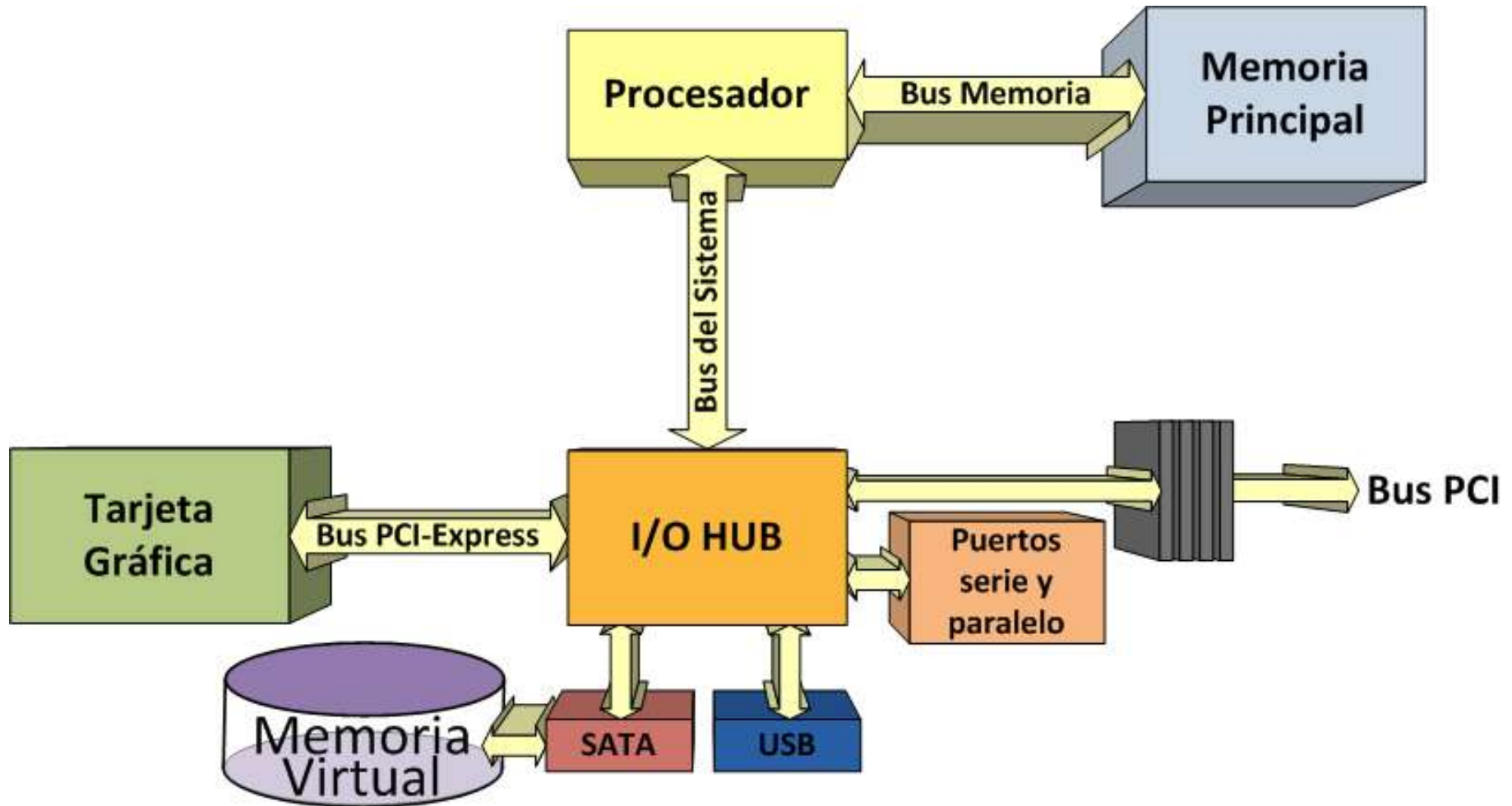
# Bus de altas prestaciones



# Evolución de jerarquía de bus (3)

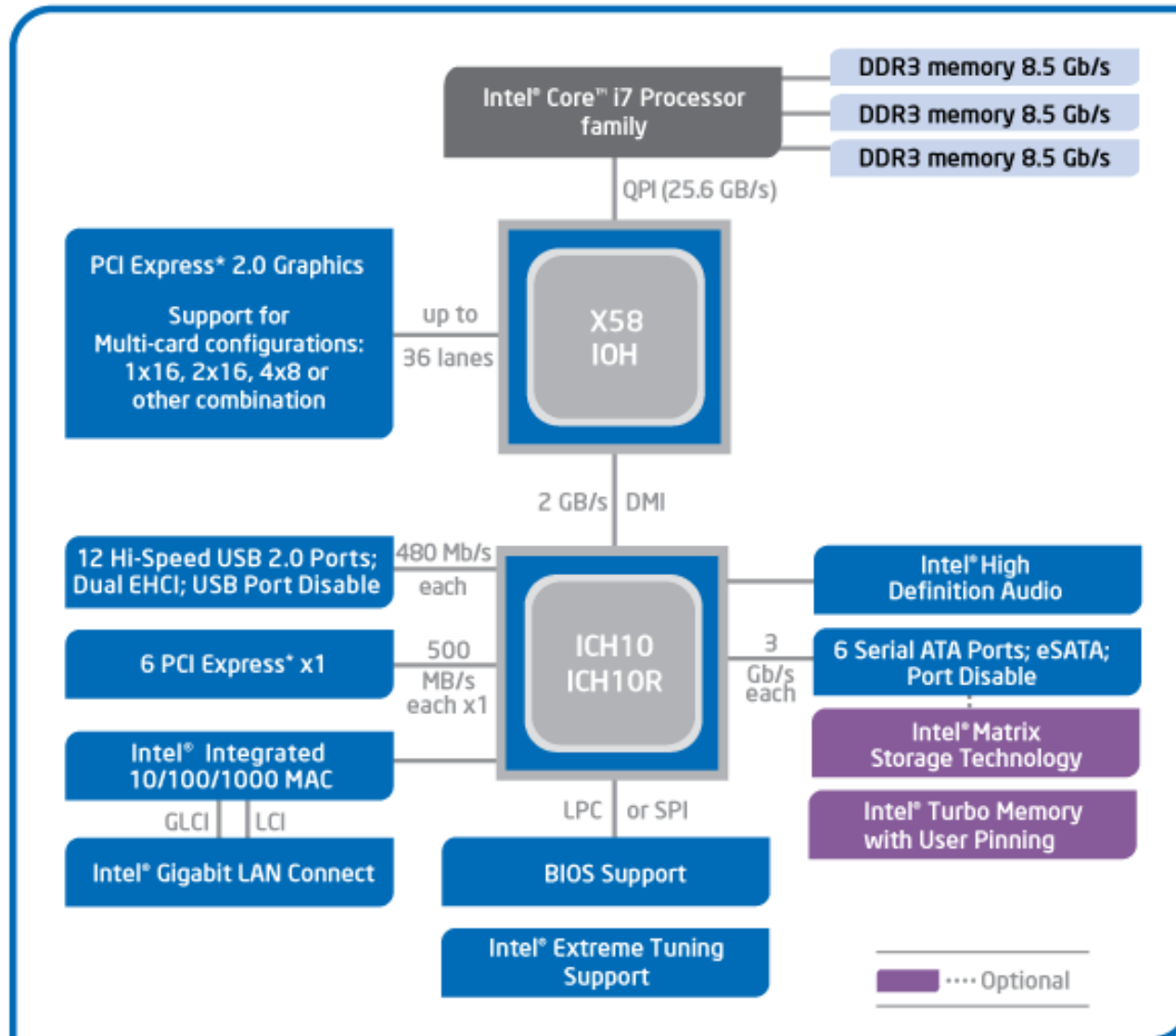


# Evolución de jerarquía de bus (4)



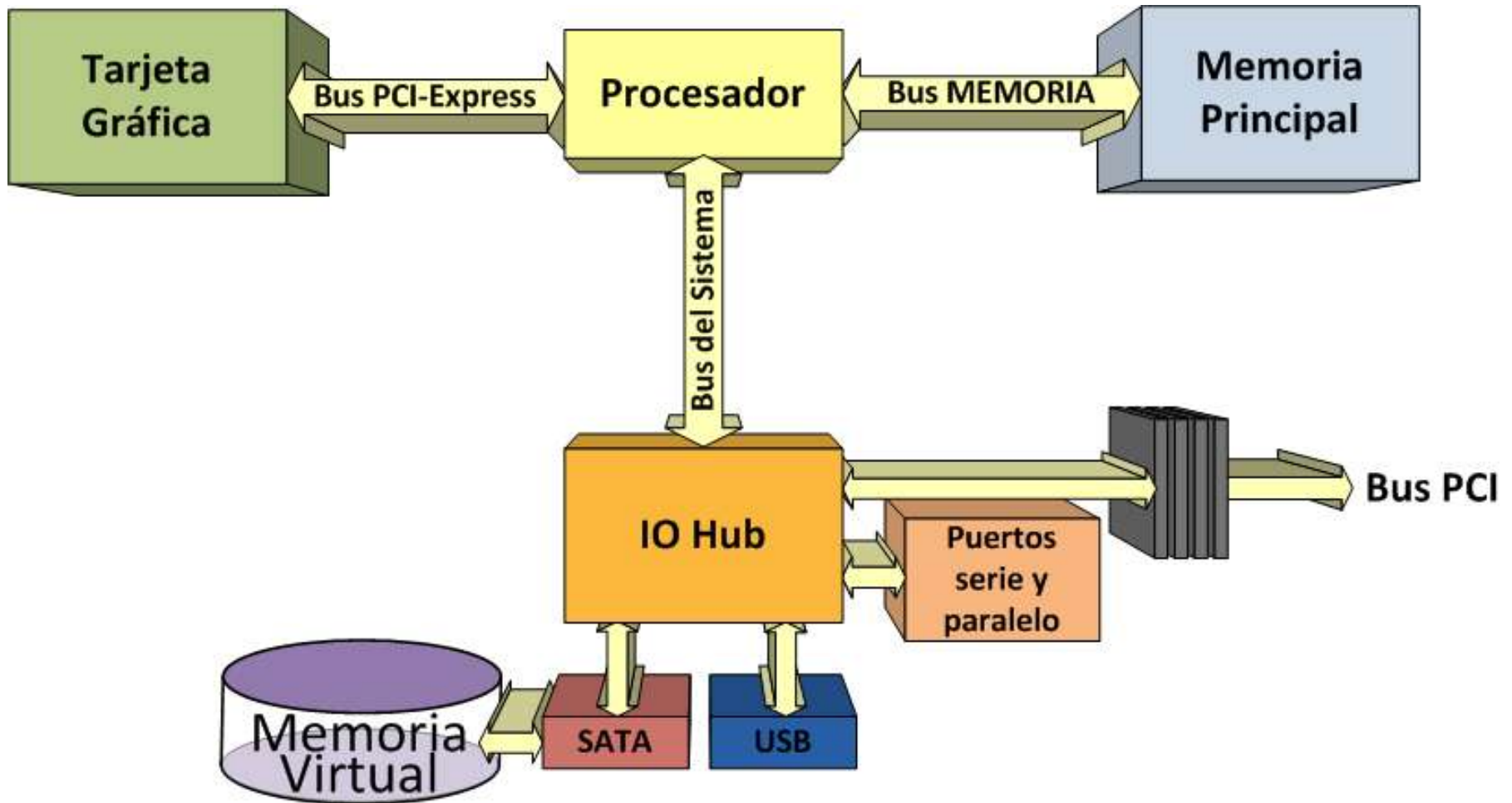


# Intel core i7



Intel® X58 Express Chipset Block Diagram

# Evolución de jerarquía de bus (5)



# Lecturas recomendadas

---

- *Organización y Arquitectura de Computadoras*, William Stallings, Capítulo 3, 5<sup>ta</sup> ed.
- *Diseño y evaluación de arquitecturas de computadoras*, M. Beltrán y A. Guzmán, Capítulo 2 Apartado 2.8, 1<sup>er</sup> ed.
- [www.pcguide.com/ref/mbsys/buses/](http://www.pcguide.com/ref/mbsys/buses/)
- Páginas de fabricantes