

# **Ingeniería de los Computadores**

Sesión 8. Redes de interconexión.  
Conceptos y clasificación

### Conceptos

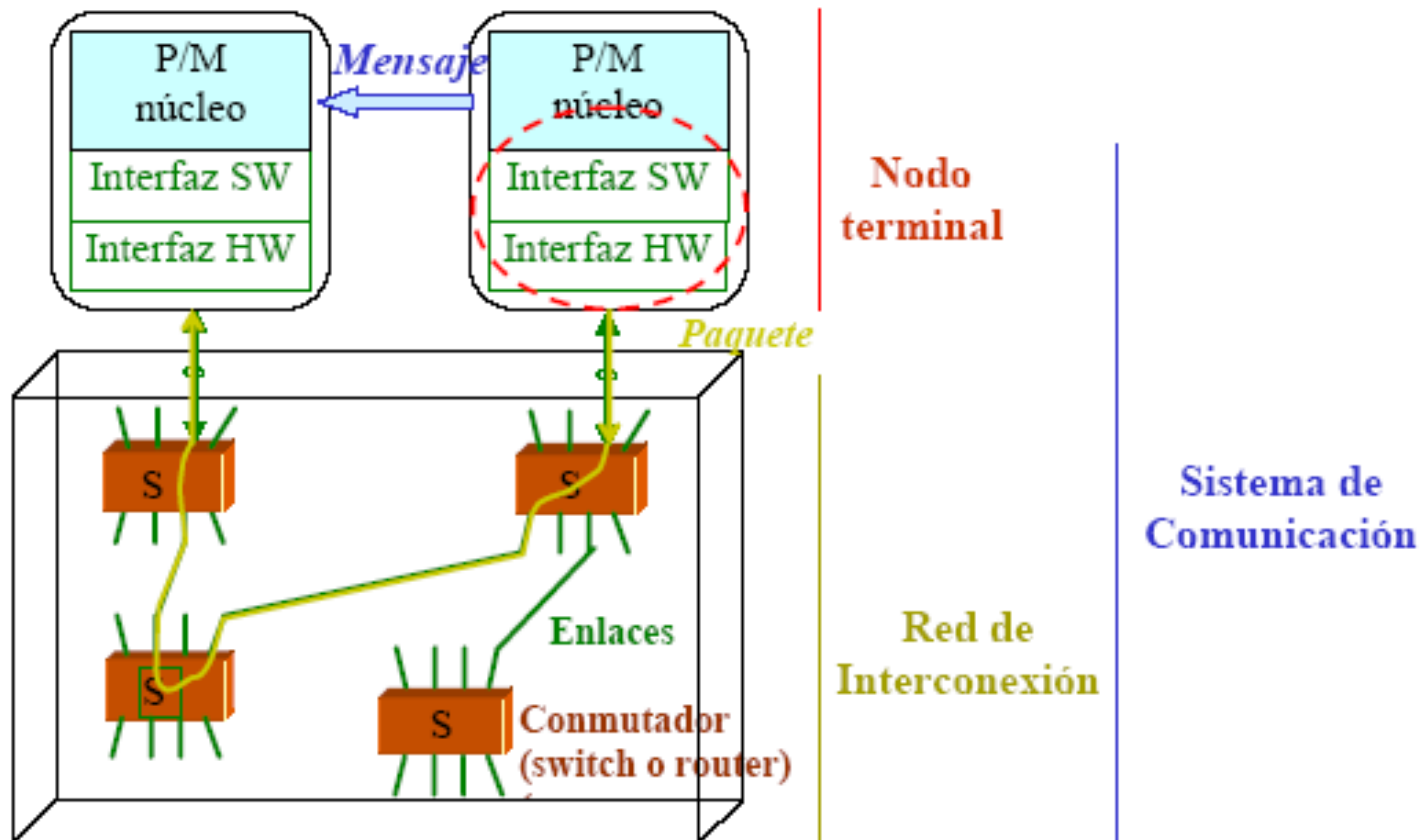
- Redes de Interconexión
  - Elemento fundamental en arquitecturas paralelas con varios elementos de proceso que se comunican
  - Eficiencia en la comunicación crítica: multiprocesadores, multicomputadores
  - Diseño de la red condiciona: escalabilidad de la arquitectura, complejidad, tolerancia a fallos, etc.
  - Aspectos relacionados: control de flujo y encaminamiento

# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

### Conceptos

- Estructura general del sistema de comunicación



### Conceptos

- Parámetros básicos
  - Tamaño de la red: número de nodos (EPs, memorias, computadores)
  - Grado del nodo ( $d$  – degree): número de canales de entrada y salida
  - Nodos unidireccionales: grado de salida y grado de entrada
  - Grado del nodo  $\rightarrow$  puertos de E/S (¿coste?)
  - Diámetro de red: longitud máxima del camino más corto entre dos nodos cualquiera de una red.

### Conceptos

- Parámetros básicos
  - Anchura de la bisección (B): mínimo número de canales que, al cortar, separa la red en dos partes iguales
    - El número de cables que cruzan la bisección es una cota inferior de la densidad de cableado
  - Longitud del cable: efectos sobre la latencia
  - Simetría: Una red es simétrica si es isomorfa a ella misma independientemente del nodo considerado origen
  - Rendimiento
    - Funcionalidad. Indica cómo la red soporta el encaminamiento de datos, tratamiento de las interrupciones, sincronización.
    - Latencia. Indica el retraso de un mensaje

### Conceptos

- Parámetros básicos
  - Rendimiento
    - Ancho de banda. Velocidad máxima de transmisión de datos
    - Complejidad hardware. Coste de implementación (cables, conmutadores, conectores, etc.)
    - Escalabilidad. Capacidad de la red para expandirse de forma modular
    - Capacidad de transmisión. Número total de datos que se pueden transmitir a través de la red en una unidad de tiempo. (Punto caliente)

### Conceptos

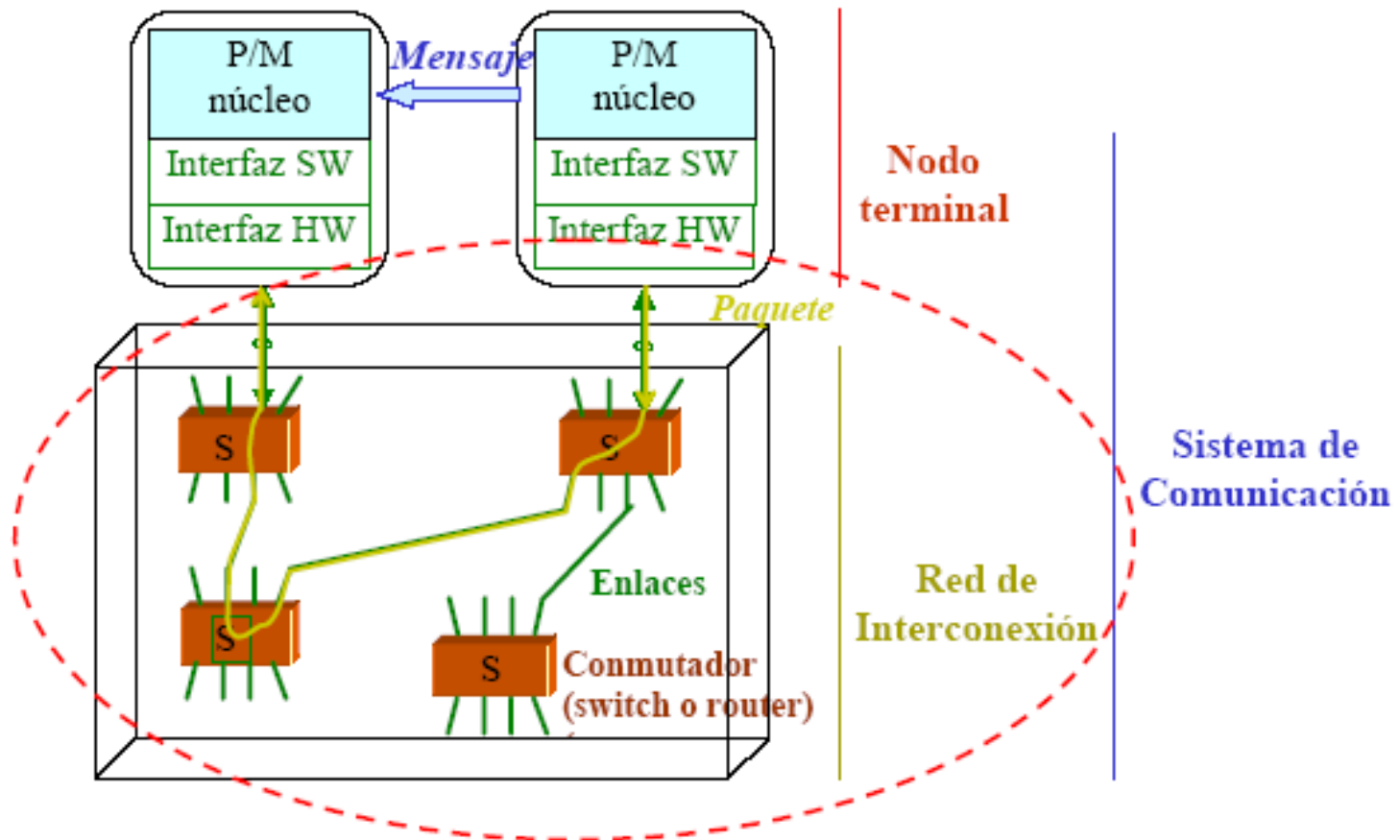
- Diseño de una red de interconexión
  - Topología -> grafo de interconexión
  - Control de flujo -> método usado para regular el tráfico en la red
    - Mensaje
    - Paquete
    - Flit
  - Encaminamiento -> método usado por un mensaje para elegir un camino entre los canales de la red
    - Determinista
    - Adaptativo

# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

### Conceptos

- Diseño de una red de interconexión



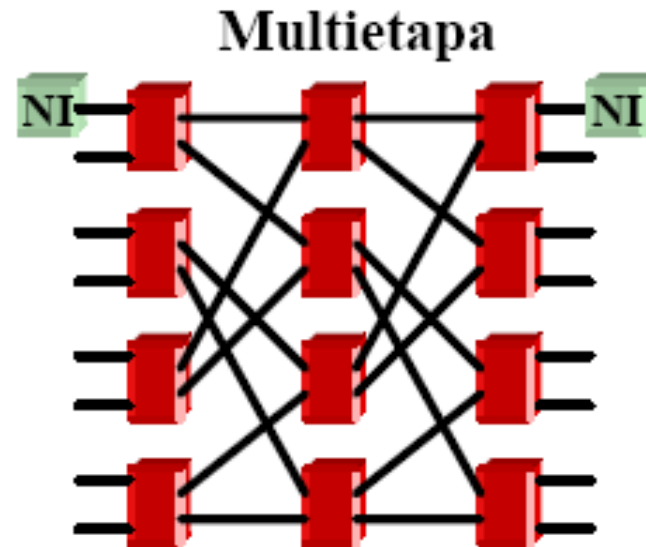
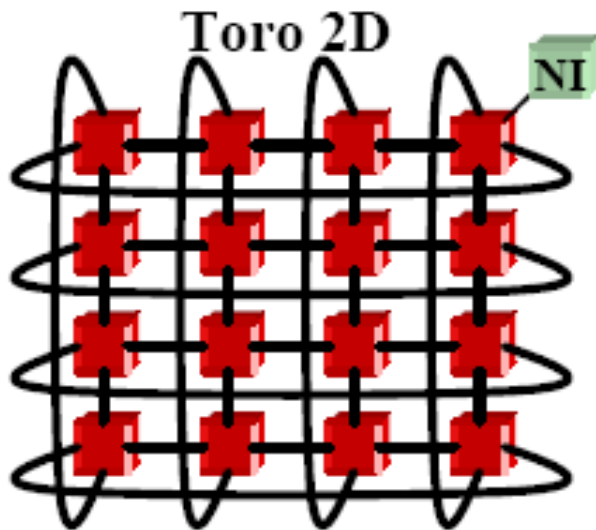


# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

### Conceptos

- Diseño de una red de interconexión. Topología
  - **Estructura** de interconexión física de la red. Se puede modelar mediante un grafo cuyos **vértices** son **conmutadores** o **interfaces de red** (a nodos de cómputo, a módulos de memoria, o a dispositivos de E/S) y los **aristas** son los **enlaces**.

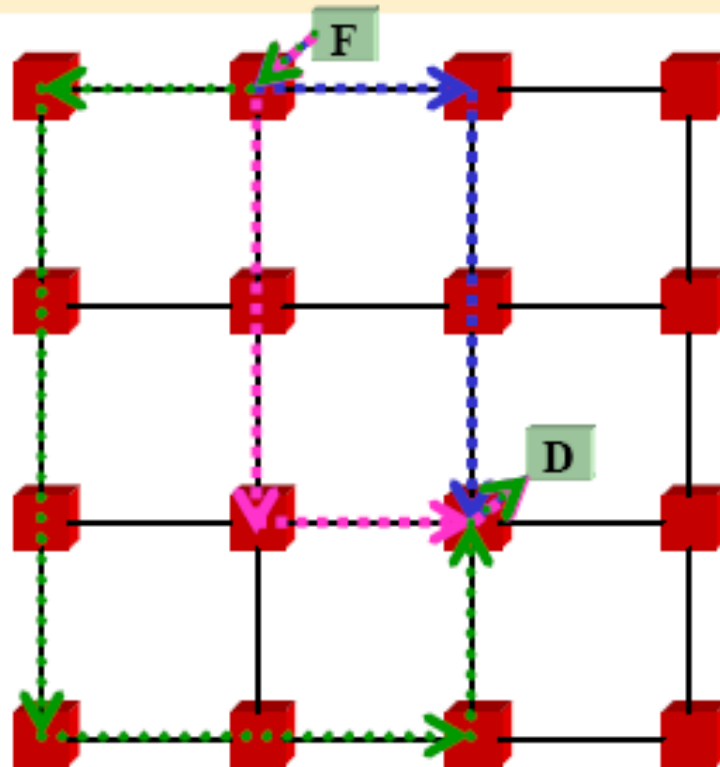


# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

### Conceptos

- Diseño de una red de interconexión. Encaminamiento
  - Determina el *camino* a seguir por un paquete desde el fuente al destino.



-

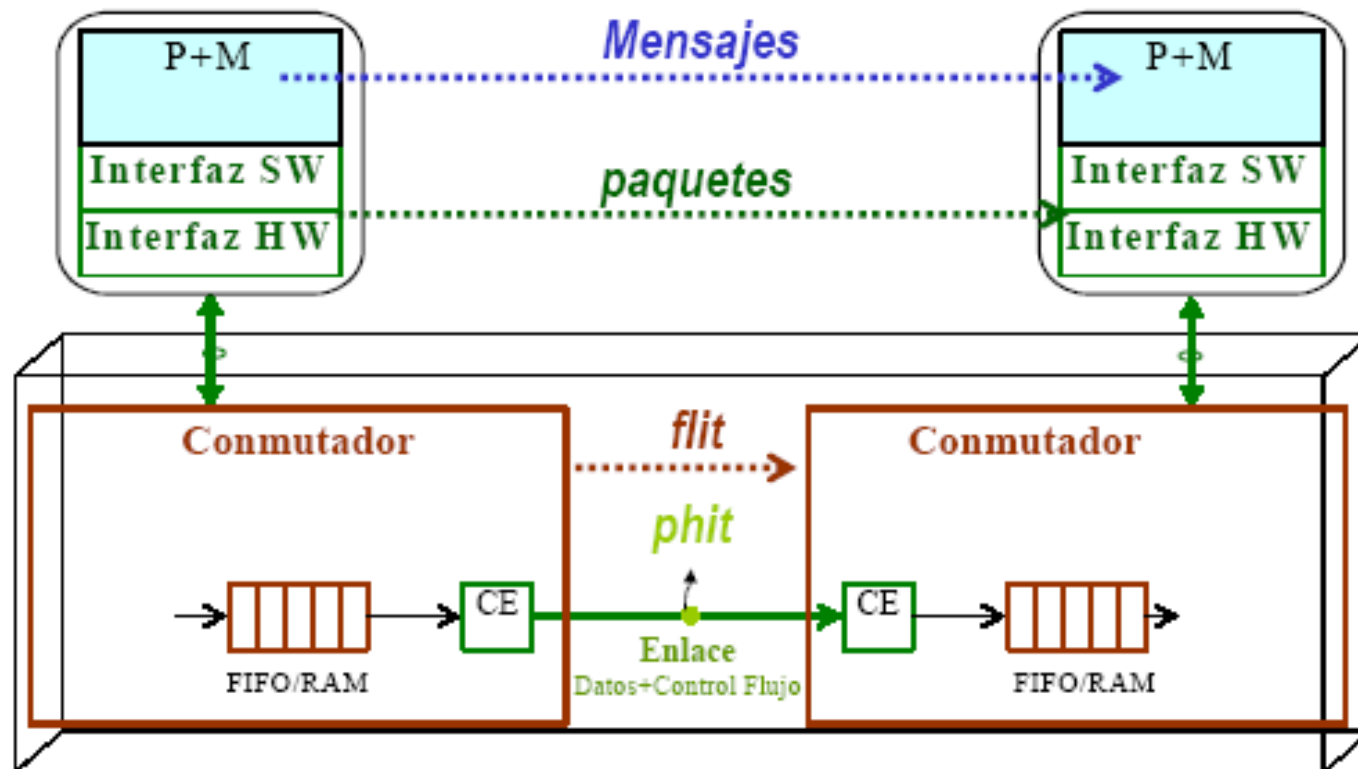
# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

### Conceptos

- Diseño de una red de interconexión. Control de flujo

Determinan **cuándo** una unidad se mueven entre componentes del Sist. Comunicación, avanzando hacia el destino. **Arbitra** ante colisiones. Determina cómo y cuándo se asignan recursos (intra- e inter-conmutadores)

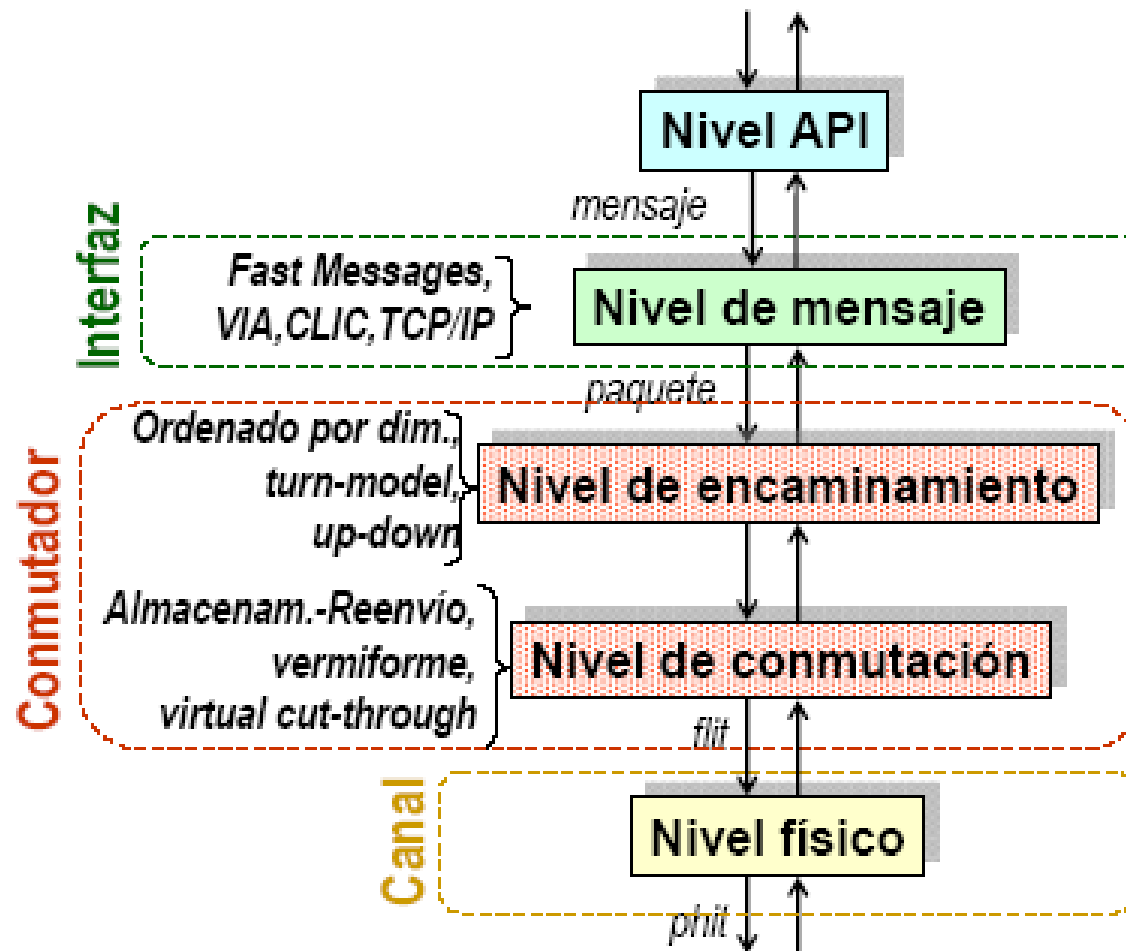


# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

### Conceptos

- Diseño de una red de interconexión. Niveles de servicios



# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

Conceptos

Clasificación

- Clasificación de redes de interconexión

CLASES	Nº NODOS Y DISTANCIA	UTILIZACIÓN	DESARROLLO	EJEMPLOS
Diseñadas a medida	Nodos: unos pocos-decenas-cientos-miles	Multiprocesadores Multicomputadores Proc. matriciales	Arquitecturas de altas prestaciones.	-Cray X1 -Origin SGI -Sun Fire 15K
<b>SAN: <i>System Area Network</i></b>	Nodos: decenas-cientos-miles Dist. decenas o cientos metros	Conecta comp. en habitación Interfaz software "ligera" ( <i>lightweight</i> )	Redes a medida y LAN	-Estándares: <i>SCI, Infiniband</i> -OEM: <i>Myrinet, QsNet</i>
<b>LAN: <i>Local Area Network</i></b>	Nodos: cientos Dist < decenas km	Conecta comp. en edificio o campus	Estaciones de trabajo	-Fast Eth. -Gigabit Eth.
<b>WAN: <i>Wide Area Network</i></b>	Nodos: miles Dist. miles km	Conecta comp. a nivel mundial	Telecomunicaciones	-ATM

- Clasificación de redes de interconexión
  - Redes de medio compartido
    - Redes de área local
      - Bus de contención (Ethernet)
      - Token bus (Arcnet)
      - Token ring (IBM Token ring)
    - Bus de sistema (backplane bus) (Sun Gigaplane)
  - Redes directas (estáticas basadas en router)
    - Topologías ortogonales (Malla, Toro, Hipercubo)
    - Otras topologías (Árbol, CCC, Estrella, ...)
  - Redes indirectas (dinámicas basadas en conmutador)

- Clasificación de redes de interconexión
  - Redes de medio compartido
  - Redes directas
  - Redes indirectas (dinámicas basadas en conmutador)
    - Topologías regulares
      - Barra cruzada (Crossbar)
      - Redes de interconexión multietapa (MIN)
        - Con bloqueos (unidireccionales y bidireccionales)
        - Sin bloqueos (red de Clos)
    - Topologías irregulares
  - Redes híbridas (redes jerárquicas)



- Redes de medio compartido
  - Medio de transmisión compartido
  - Arbitraje (resolución de conflictos)
  - Sencillo Broadcast
  - Ancho de banda limitado (escalabilidad limitada) -> cuello de botella
  - Bus de sistema (arquitectura UMA: Proc -> Mem)
  - Redes de área local
    - Ethernet (no determinista)
    - Token bus (determinista □ aplic. tiempo real)
    - Token ring (estructura en anillo)

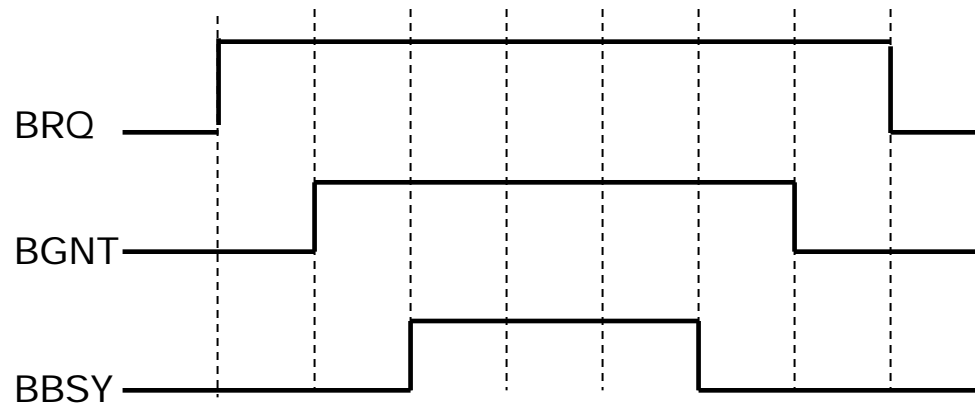
# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

Conceptos

Clasificación

- Redes de medio compartido (arbitraje del bus)
  - Prioridad estática. Señales de control:
    - BRQ
    - BGNT
    - BBSY común



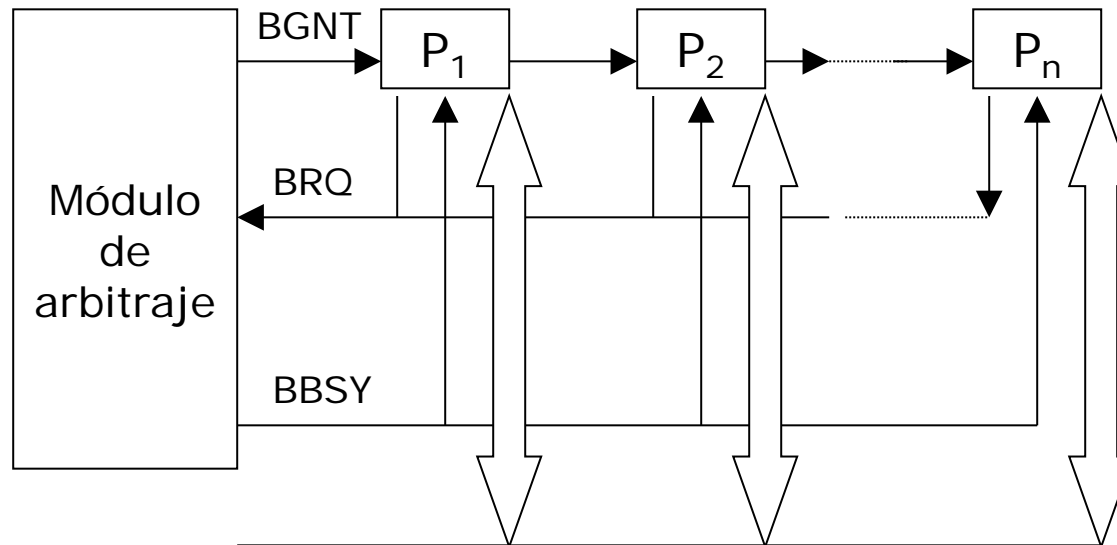
# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

Conceptos

Clasificación

- Redes de medio compartido (arbitraje del bus)
  - Prioridad estática. Daisy Chain (centralizada-serie):
    - BRQ común
    - BGNT propagada
    - BBSY común



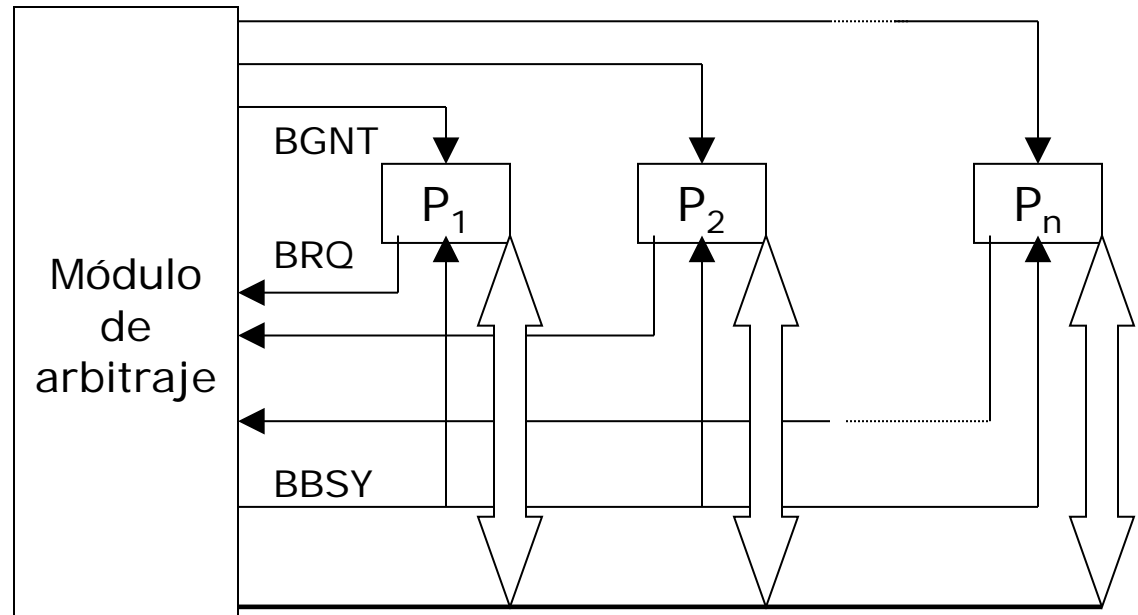
# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

Conceptos

Clasificación

- Redes de medio compartido (arbitraje del bus)
  - Prioridad estática. Codificador-decodificador de prioridad (centralizada-paralela)
    - BRQ individual
    - BGNT individual
    - BBSY común



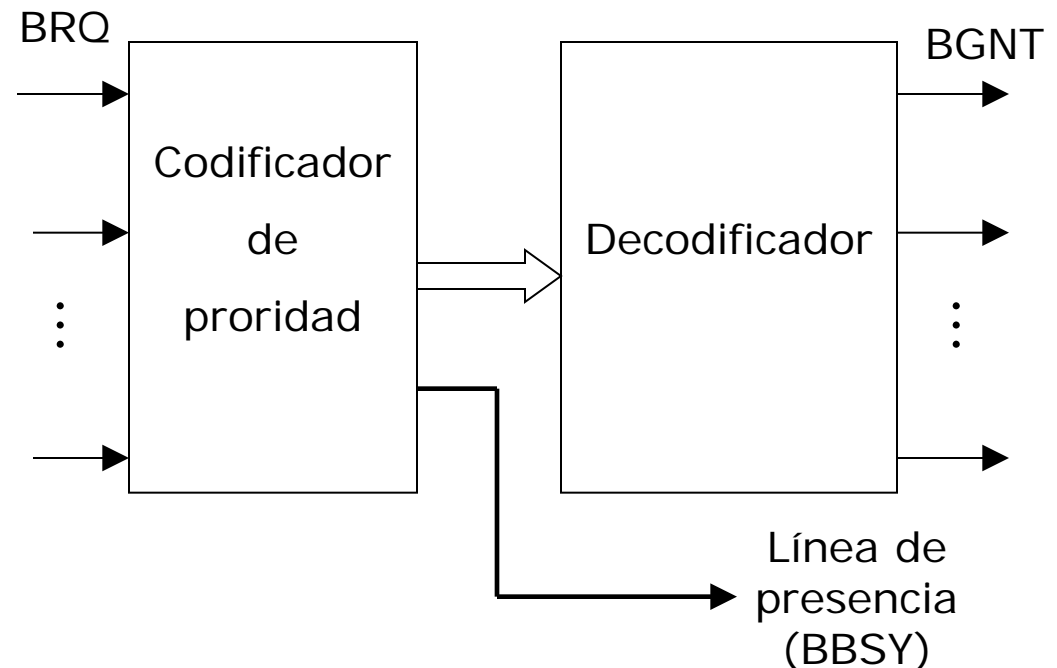
# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

Conceptos

Clasificación

- Redes de medio compartido (arbitraje del bus)
  - Prioridad estática. Codificador-decodificador de prioridad (centralizada-paralela)
    - BRQ individual
    - BGNT individual
    - BBSY común



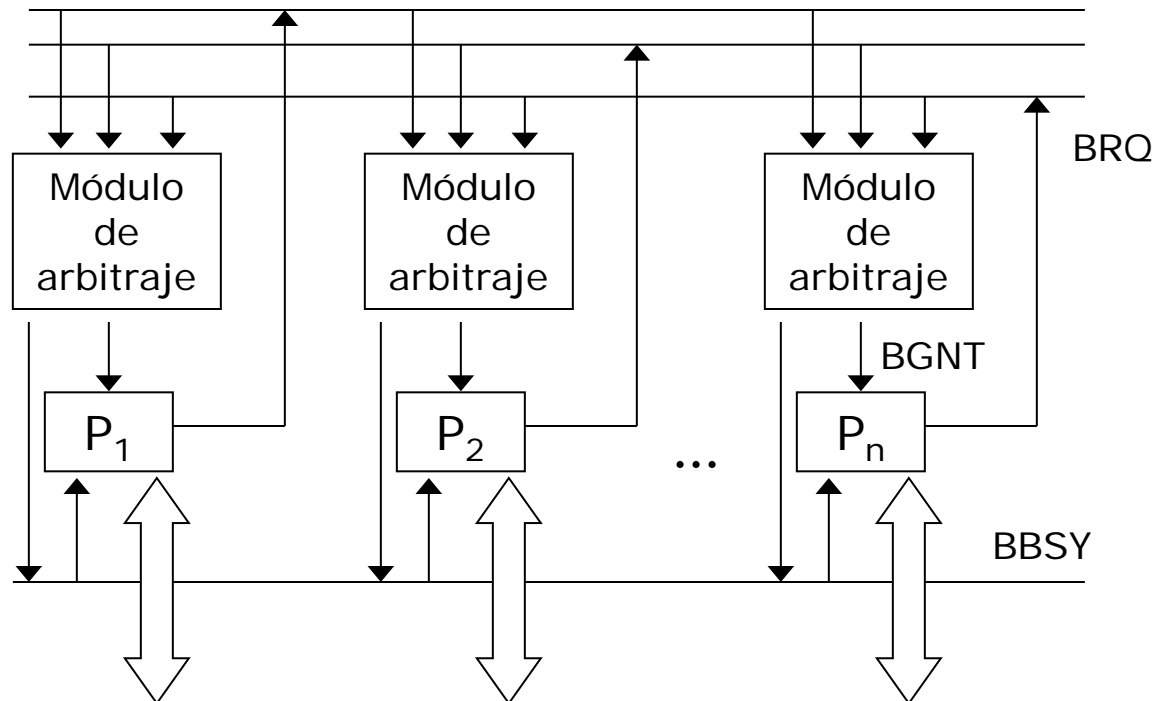
# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

Conceptos

Clasificación

- Redes de medio compartido (arbitraje del bus)
  - Prioridad estática. Autoarbitraje (distribuido-paralelo)
    - BRQ individual
    - BGNT individual
    - BBSY común



- Redes de medio compartido (arbitraje del bus)
  - Multiplexación temporal
    - Ventajas
      - Asignación equitativa
      - Simplicidad
    - Inconvenientes
      - Infrautilización del ancho de banda
  - Prioridad dinámica
    - LRU
    - RDC
    - FCFS

# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

Conceptos

Clasificación

- Redes de medio compartido (arbitraje del bus)
  - Prioridad dinámica (LRU)

$P_0$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	Acción
0	1	2	3	$P_0$ utiliza bus
0	1	2	3	$P_2$ solicita bus
1	2	0	3	$P_2$ utiliza bus
1	2	0	3	$P_1$ y $P_3$ solicitan bus
2	3	1	0	$P_3$ utiliza bus



# Ingeniería de los Computadores

## Sesión 8. Redes de interconexión

Conceptos

Clasificación

- Redes directas
  - Nodos conectados a subconjuntos de nodos
  - Escalabilidad
  - Router -> comunicación entre los nodos
  - Canales unidireccionales o bidireccionales
- Redes indirectas
  - Comunicación a través de conmutadores
  - Topologías regulares (matriciales) e irregulares (NOWs)
- Redes híbridas (combinación de las anteriores)
- Redes multibus
- Redes jerárquicas (jerarquía de buses conectados mediante routers )
- Redes basadas en clusters
  - Nodos conectados (buses – fácil broadcast) formando clusters
  - Clusters conectados entre sí (red directa - escalabilidad)