



**ARQUITECTURAS DISTRIBUIDAS**

**REDES DE INTERCONEXIÓN**

**CARACTERIZACIÓN**

Una arquitectura paralelo se puede caracterizar según:

- Cantidad de elementos de procesamiento
- Red de interconexión entre los elementos de procesamiento
- Organización de la memoria.

# Redes de interconexión

- Estáticas o directas: formadas por enlaces permanentes, punto a punto, entre los diferentes nodos de la red.
- Dinámicas o indirectas: formadas por enlaces no permanentes que se reconfiguran en función de la demanda.

# CONCEPTOS

- Número de nodos de la red
- Grado: número de enlaces por nodo
- Diámetro: máxima distancia mínima entre dos nodos
- Ancho de bisección: número mínimo de enlaces rotos al dividir la red en dos partes iguales
- Coste: número de enlaces de la red

# Coste del mensaje

- Tiempo de procesamiento: en el nodo fuente y destino. Es el tiempo que se tarda en procesar un mensaje de salida y en recoger un mensaje de entrada.
- Retardo de propagación: es el tiempo que tarda en desplazarse de un nodo a otro la cabecera del mensaje
- Tiempo de transmisión: determinado por el ancho de banda del canal.
- Tiempo de almacenamiento: en buffers intermedios (si no hay flits)
- Grado de solapamiento (si hay flits) El paquete está dividido en trozos de forma natural: flits
- Tiempo de contención: por falta de disponibilidad de recursos
- Latencia: tiempo que invierte un paquete (mensaje) en trasladarse del nodo fuente al destino.
- Throughput: capacidad del procesamiento de la red paquetes (mensajes) por unidad de tiempo.

# TOPOLOGÍAS ESTÁTICAS

*Array lineal*



GRADO = 1 EN LOS EXTREMOS

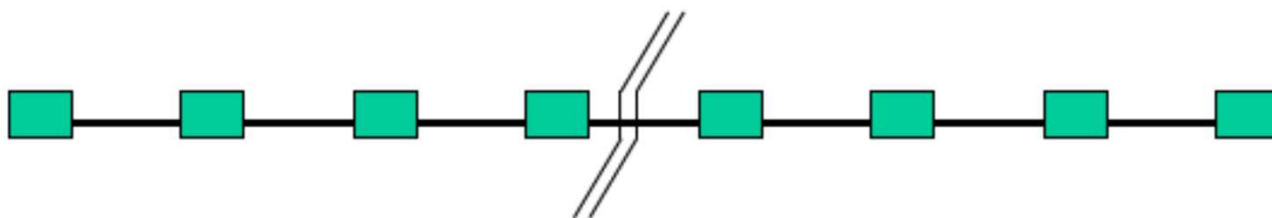
GRADO = 2 EN EL RESTO

# ARRAY LINEAL

*Diámetro =  $N-1 = Coste$*

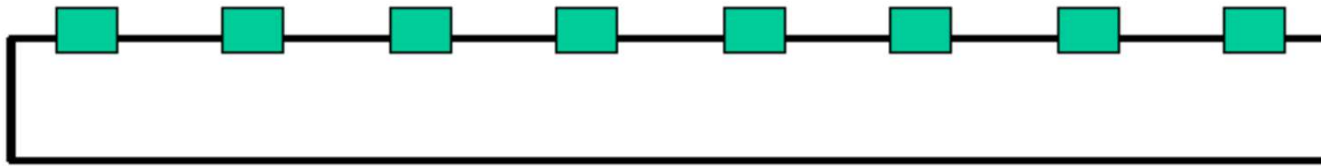


*Ancho de bisección = 1*

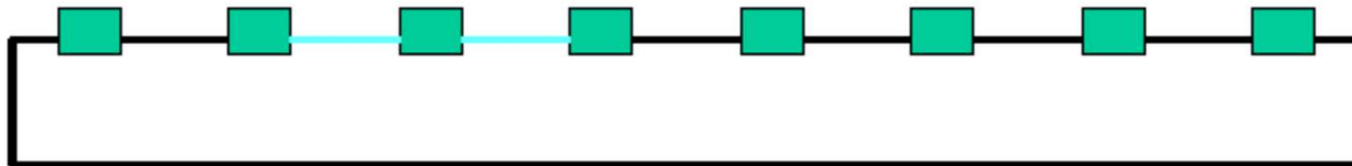


# TOPOLOGÍAS ESTÁTICAS

*Anillo*



GRADO = 2 EN TODOS LOS NODOS

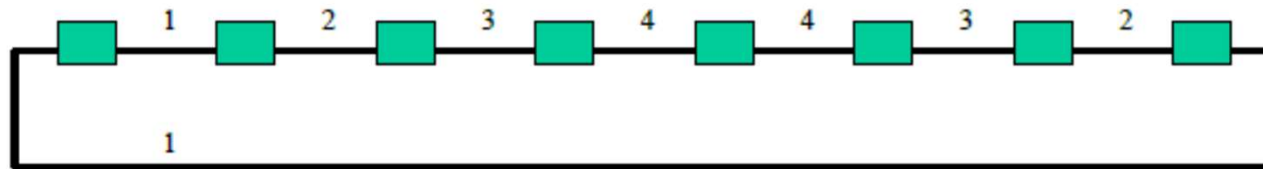




# ANILLO

*Diámetro =  $\text{int}(N/2)$*

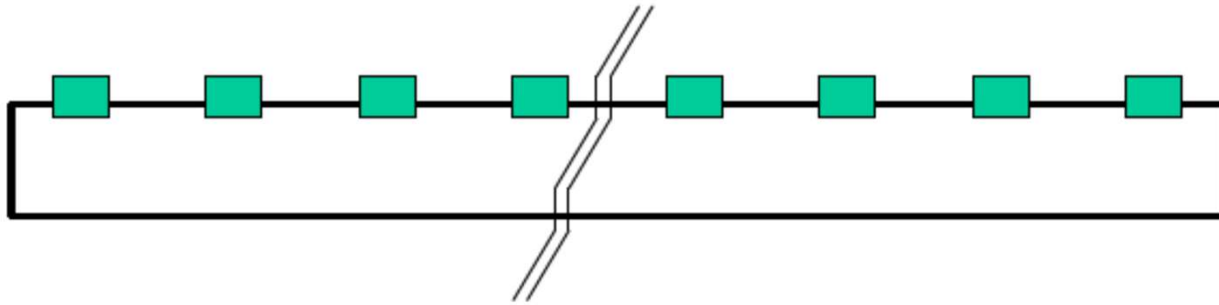
*Diámetro con enlaces unidireccionales =  $N-1$*



*Coste =  $N$*

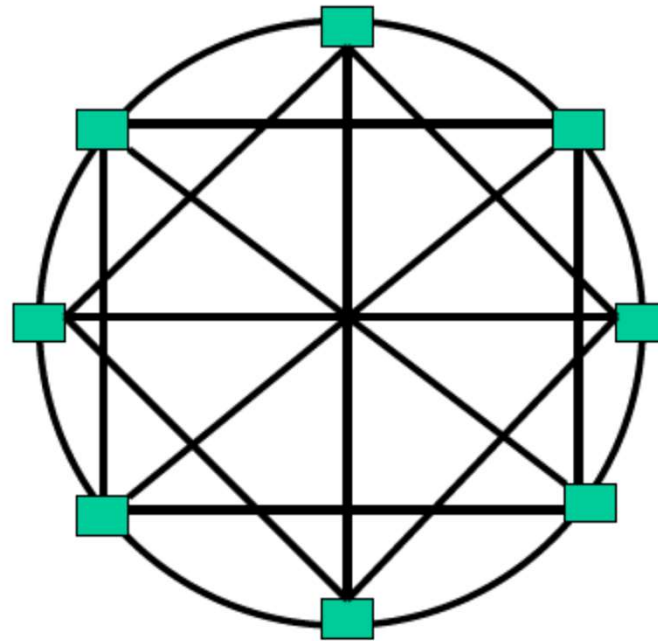
# ANILLO

$$B = 2$$



# TOPOLOGÍAS ESTÁTICAS

*Barrell shifter de 8 nodos*



# BARRELL SHIFTER

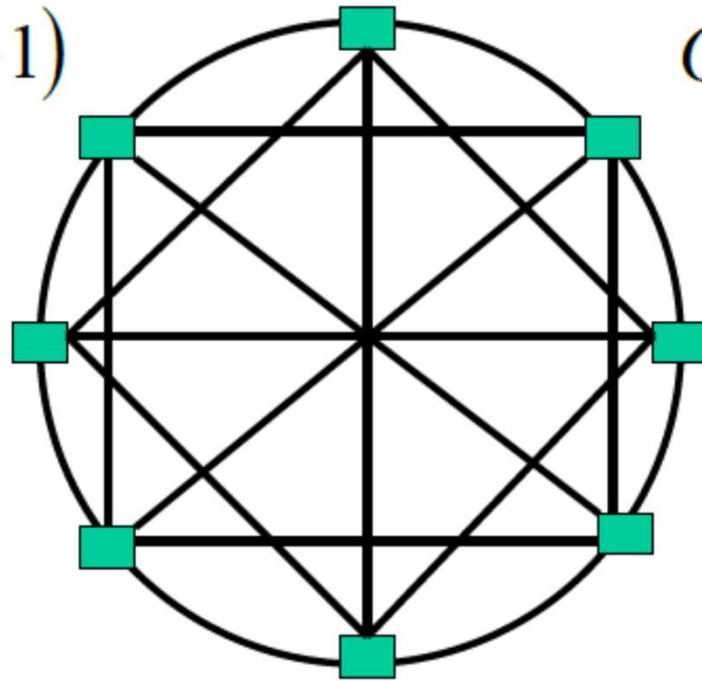
$$N = 2^n$$

$$B = N - 2 + \frac{N}{2}$$

$$C = \frac{N}{2} + N(n-1)$$

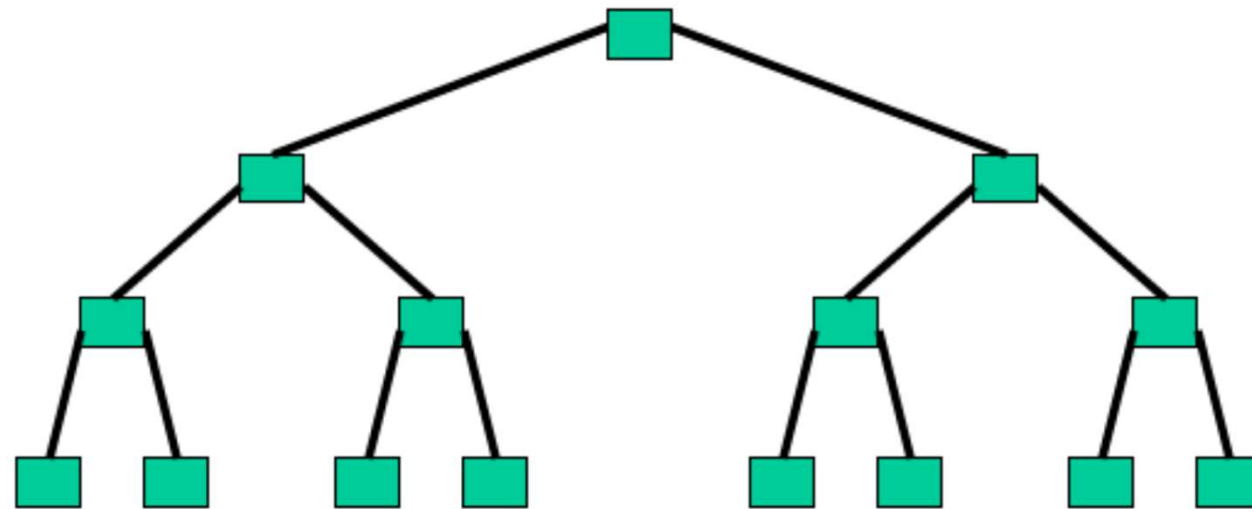
$$G = 2n - 1$$

$$D = 2$$



# TOPOLOGÍAS ESTÁTICAS

*Árbol*



# ÁRBOL

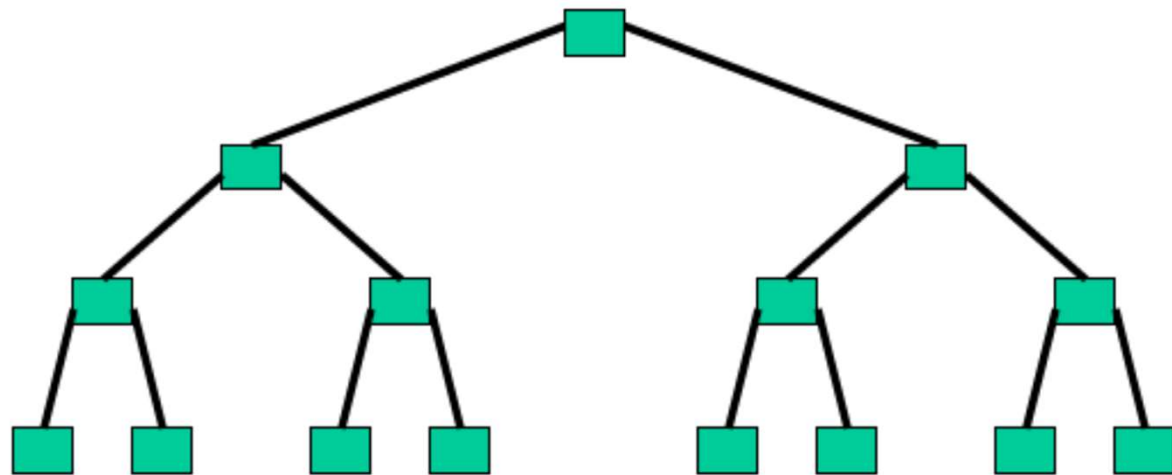
$$N = 2^n - 1$$

$$B = 1$$

$$D = 2(n-1)$$

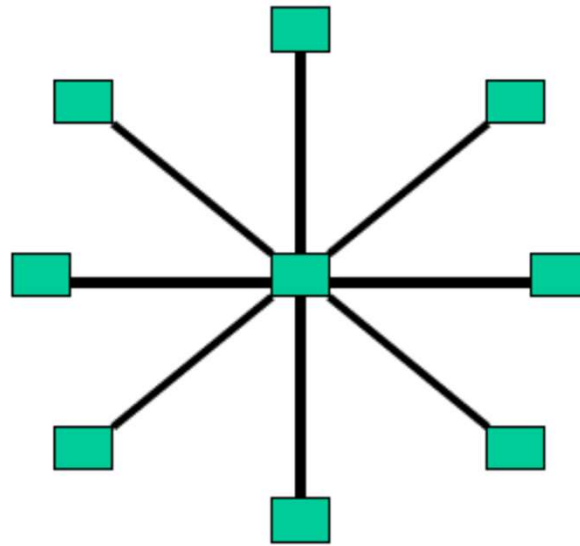
$$G = 3$$

$$C = N - 1$$



# TOPOLOGÍAS ESTÁTICAS

*Estrella*



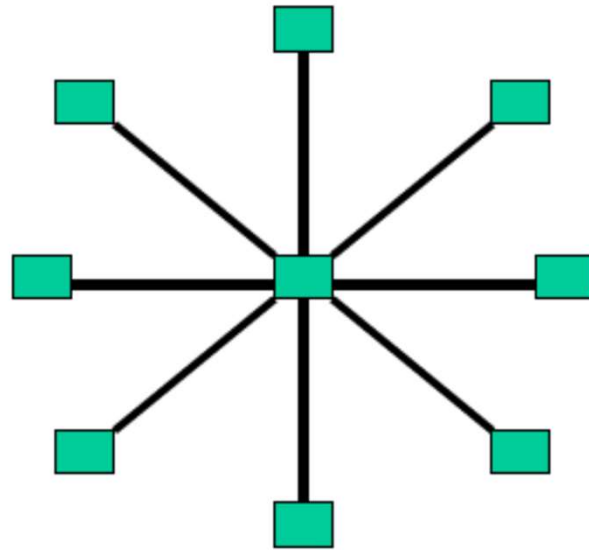
# ESTRELLA

$$G=1$$

$$B=1$$

$$C=N-1$$

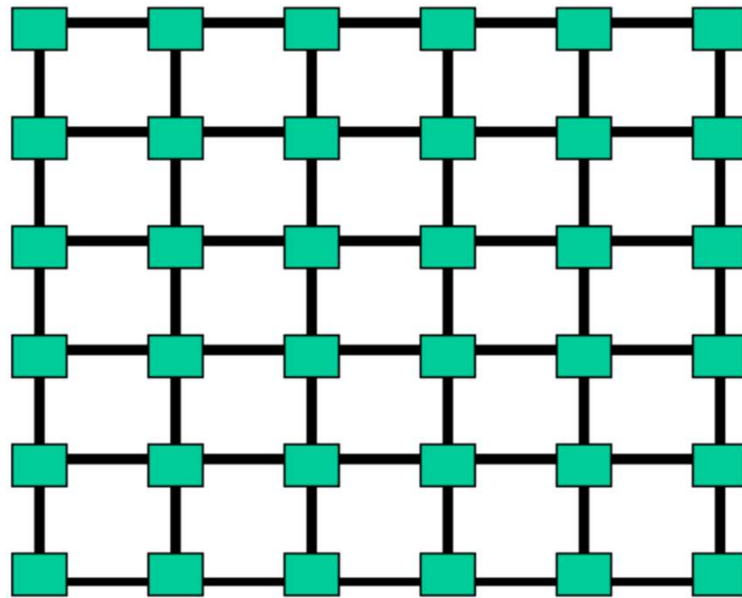
$$D=2$$





# TOPOLOGÍAS ESTÁTICAS

*Malla*



# MALLA

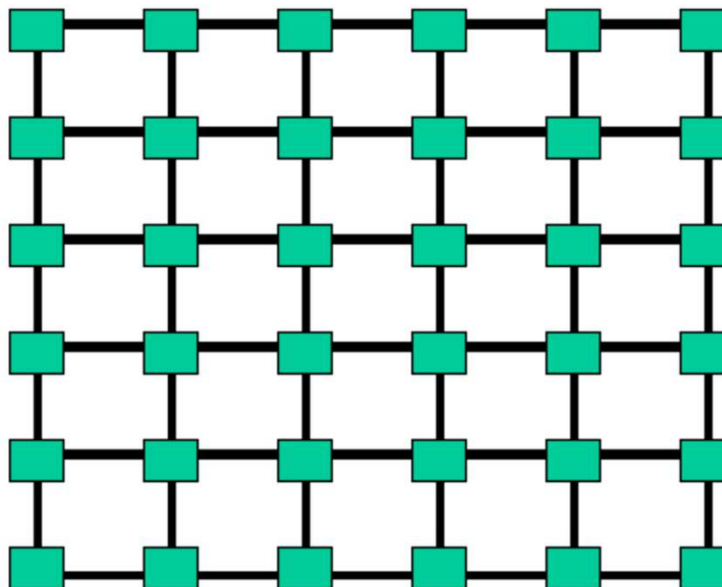
$$N = d^n$$

$$D = n(d - 1)$$

$$B = d^{n-1}$$

$$C = n \cdot d^{(n-1)} (d - 1)$$

$$G = 2n$$

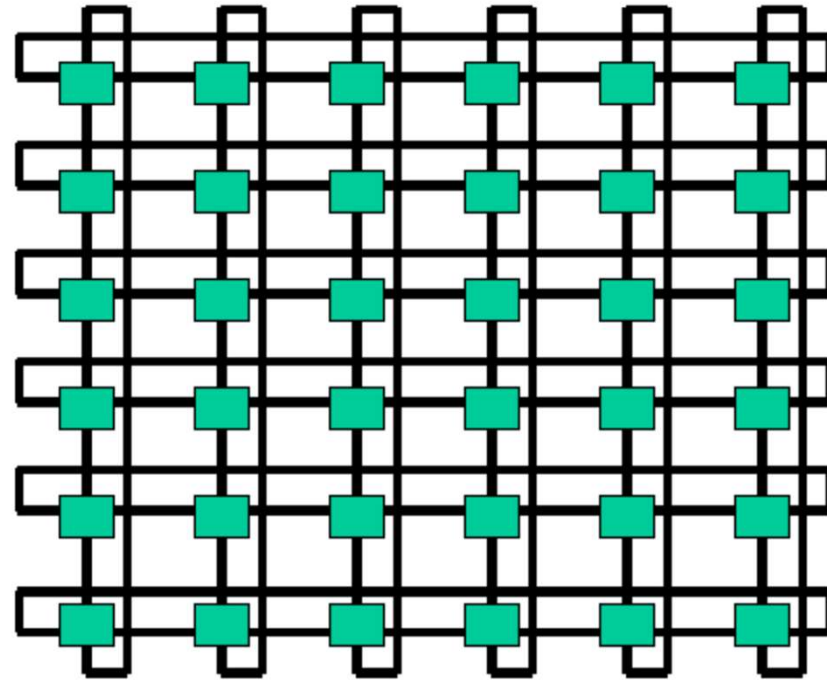


*d* : distancia media : media entre las distancia entre nodos pares de red

$$Ej- d = (d N_{0,0-N_{1,1}} + d N_{0,0-N_{6,6}}) / 2 = (2+10) / 2 = 6$$

# TOPOLOGÍAS ESTÁTICAS

*Toro*



# TORO

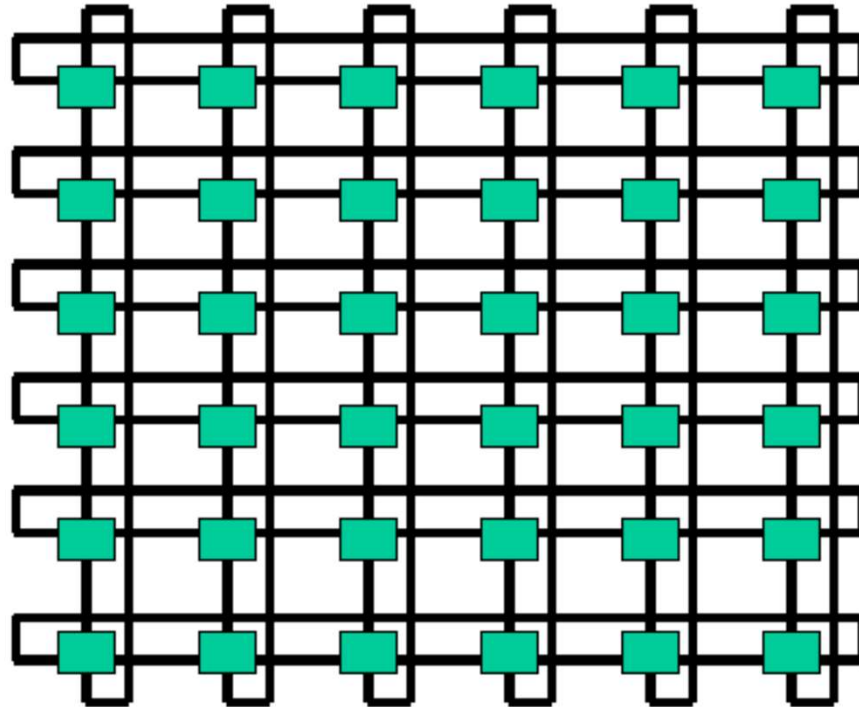
$$N = d^n$$

$$D = n \cdot \text{int}\left(\frac{d}{2}\right)$$

$$B = 2d^{n-1}$$

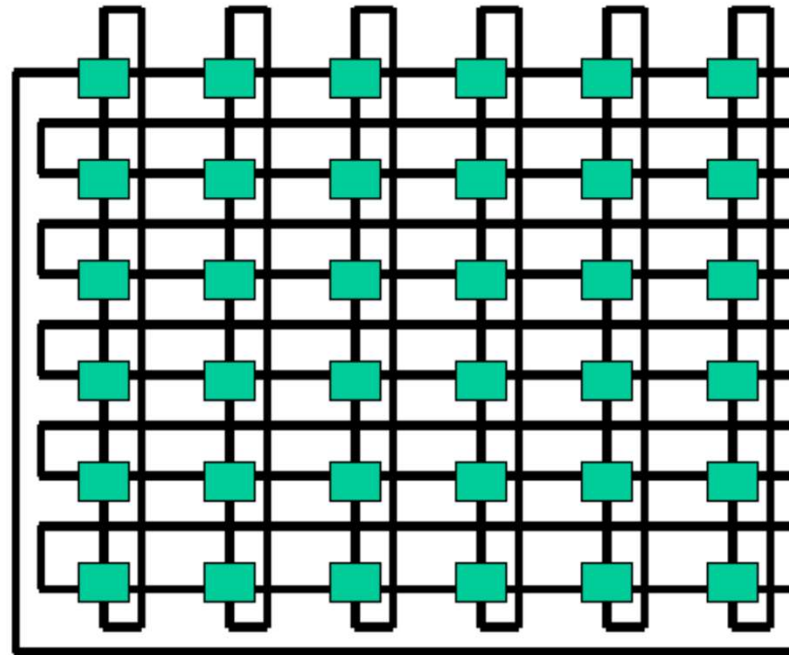
$$C = nd^n$$

$$G = 2n$$



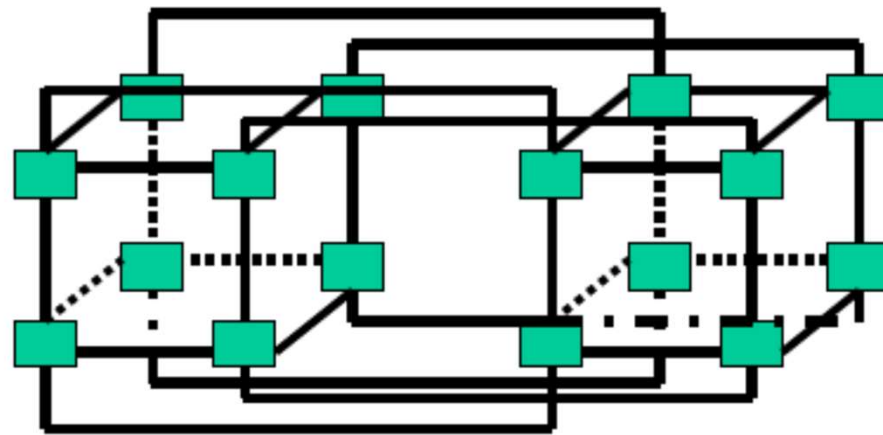
# TOPOLOGÍAS ESTÁTICAS

*Malla  
Iliac*



# TOPOLOGÍAS ESTÁTICAS

*Hiper-  
cubo*



# Hiper-cubo

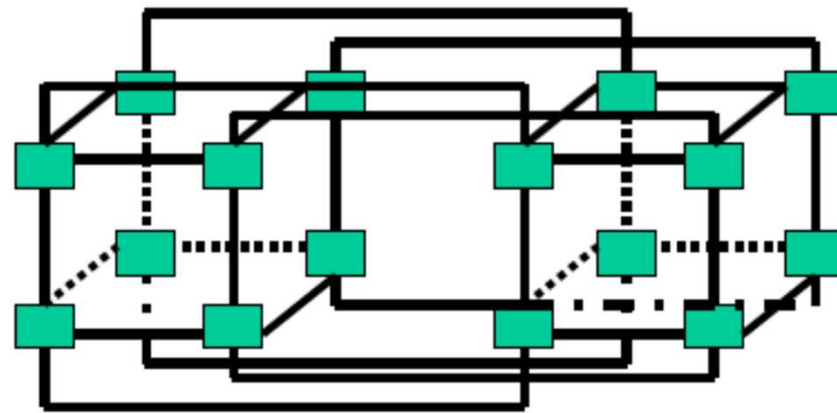
$$N = 2^n$$

$$G = n$$

$$D = n$$

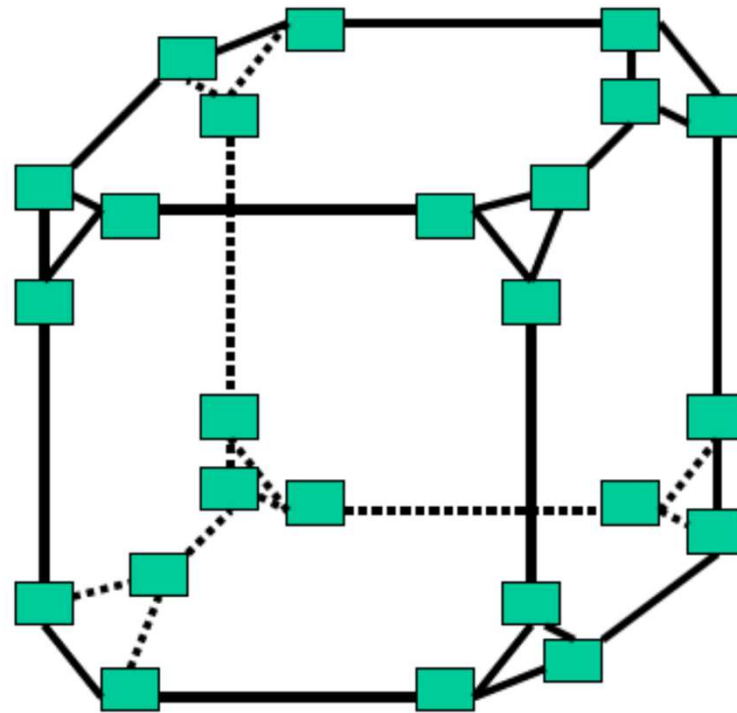
$$B = 2^{n-1}$$

$$C = n \cdot 2^{n-1}$$



# TOPOLOGÍAS ESTÁTICAS

*ccc*





# Ciclos conectados en cubo

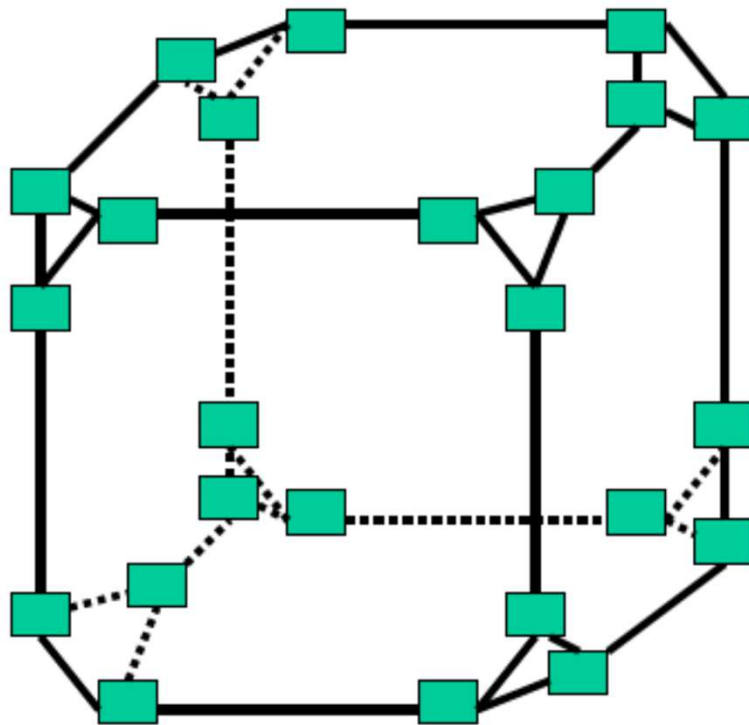
$$N = n \cdot 2^n$$

$$D = 2n$$

$$G = 3$$

$$B = 2^{n-1}$$

$$C = 3n \cdot 2^{n-1}$$

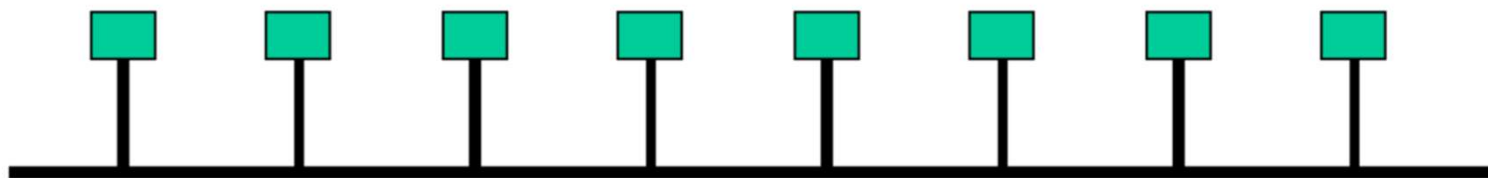


# Topologías Dinámicas

- Bloqueantes/No bloqueantes: una vez establecida una determinada configuración, en las redes bloqueantes habrá ciertas posibilidades de conexión que queden bloqueadas.
- Monoetapa/Multietapa: en función del número de etapas de conmutación que se deban atravesar para llegar a destino.

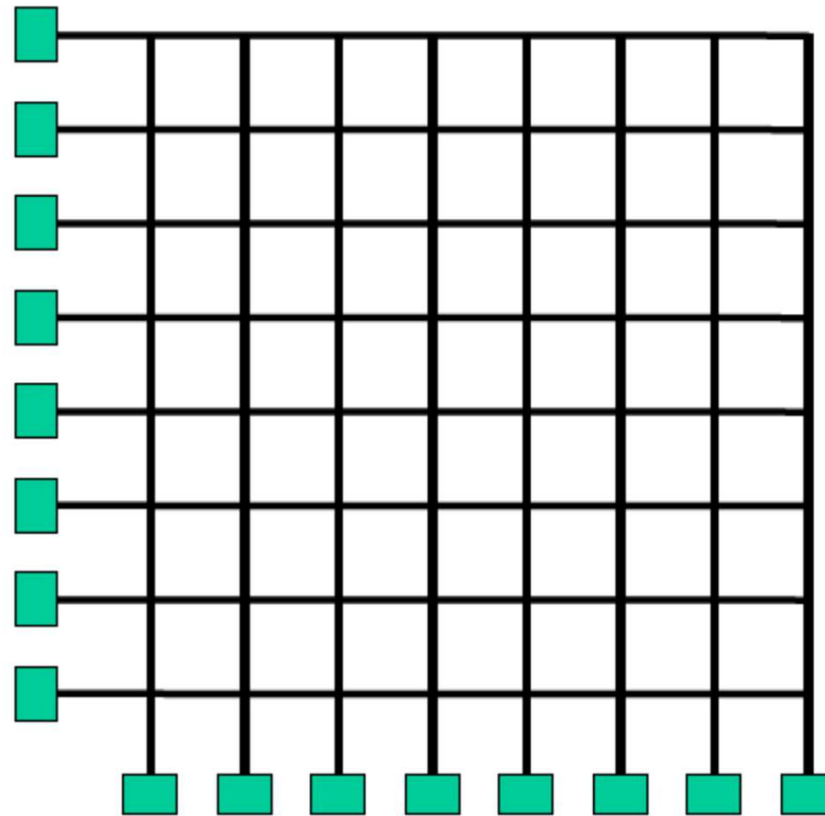
# TOPOLOGÍAS DINÁMICAS

*Bus*

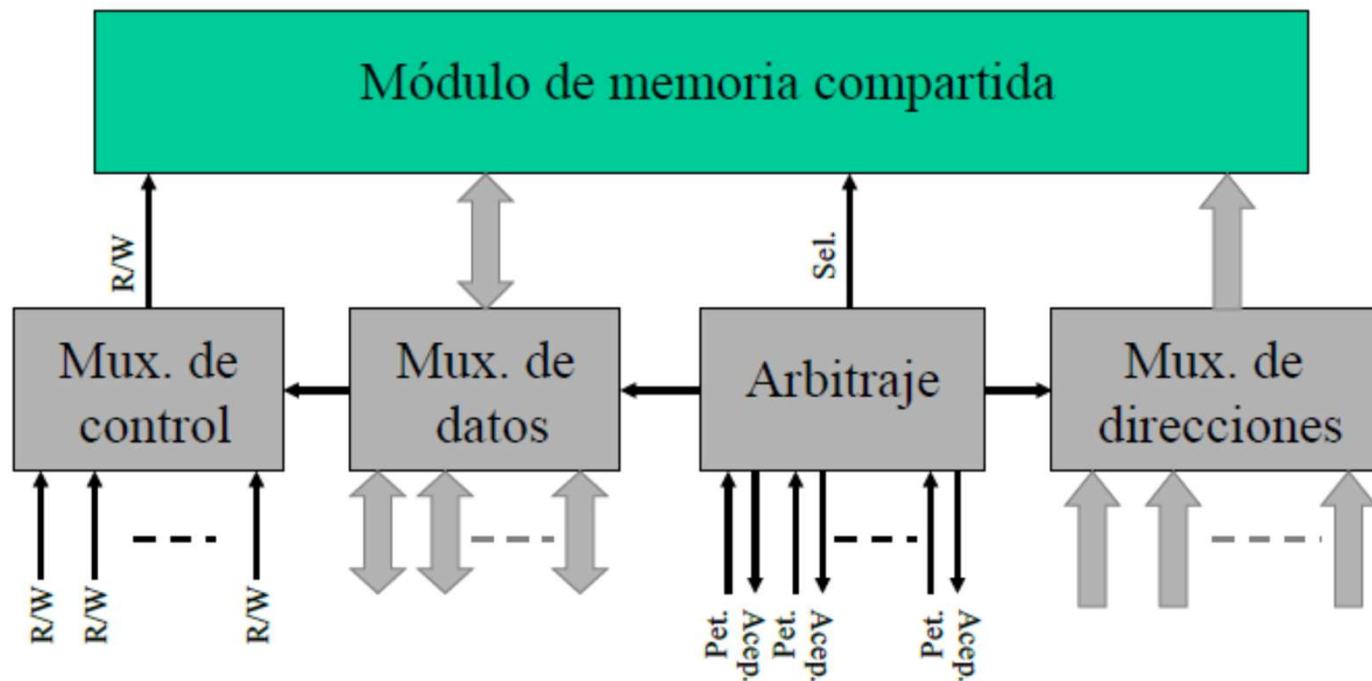


# TOPOLOGÍAS DINÁMICAS

*Crossbar*

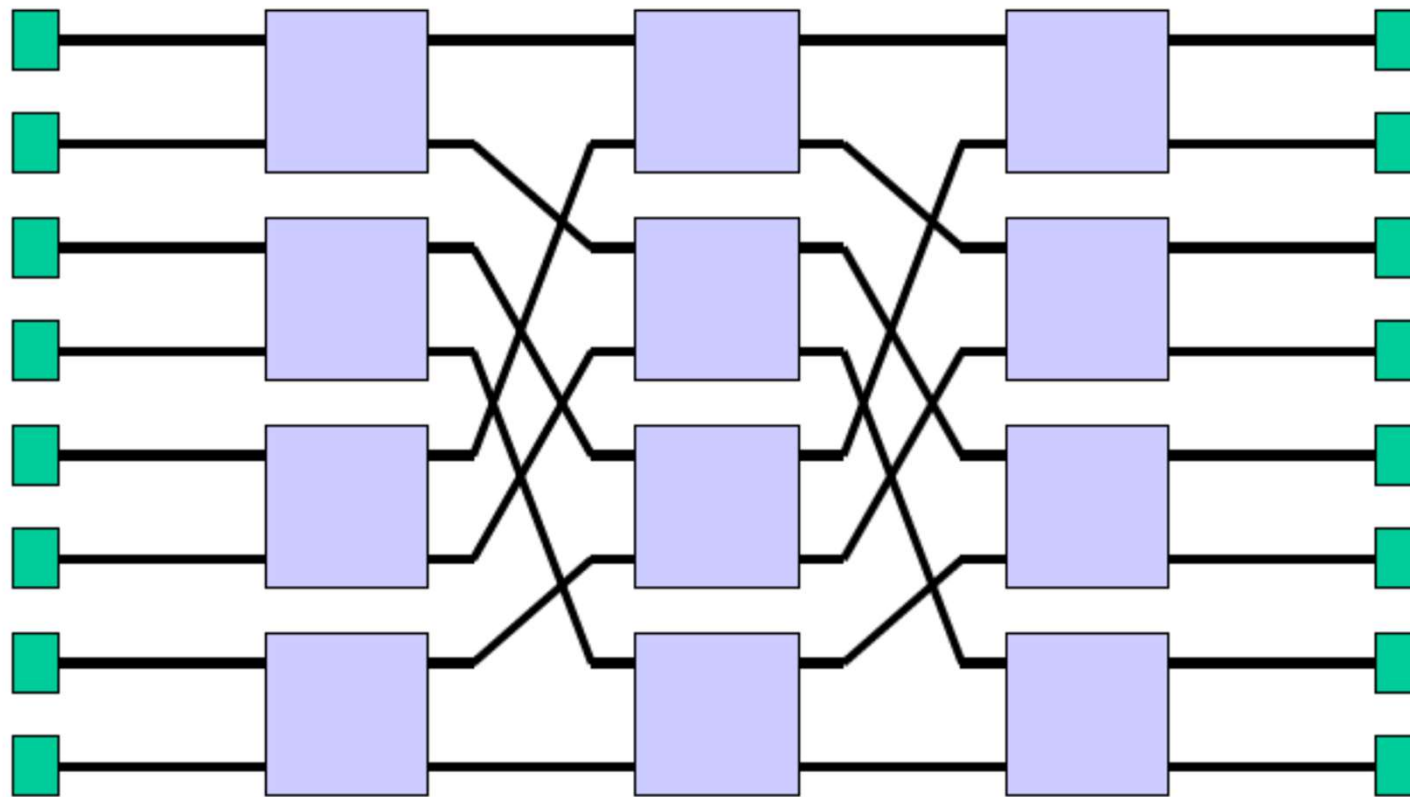


# CROSSBAR: SWITCH POINT

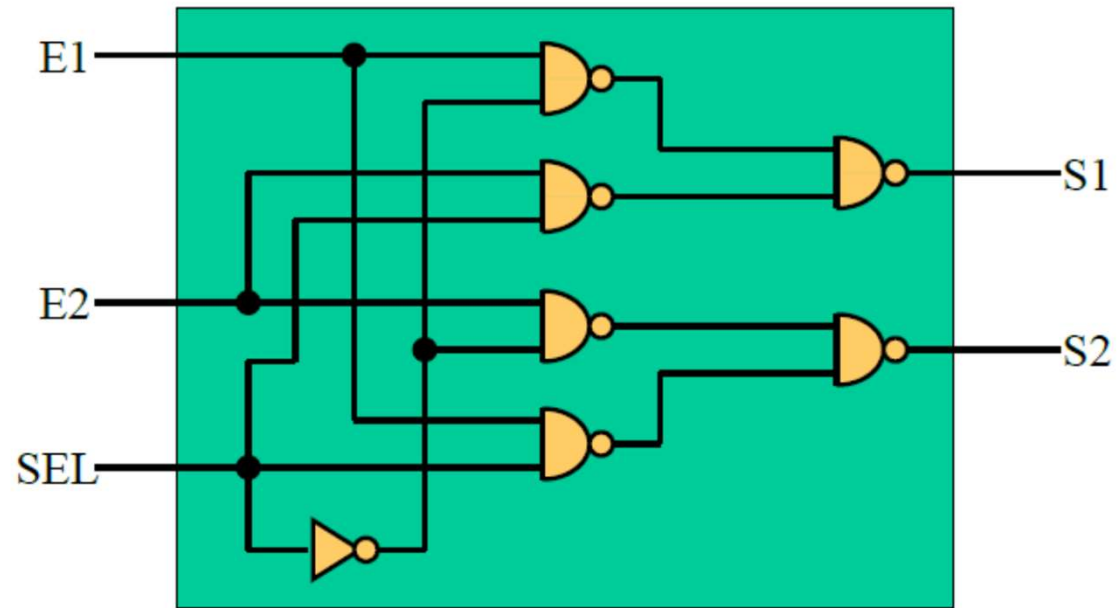


# TOPOLOGÍAS DINÁMICAS

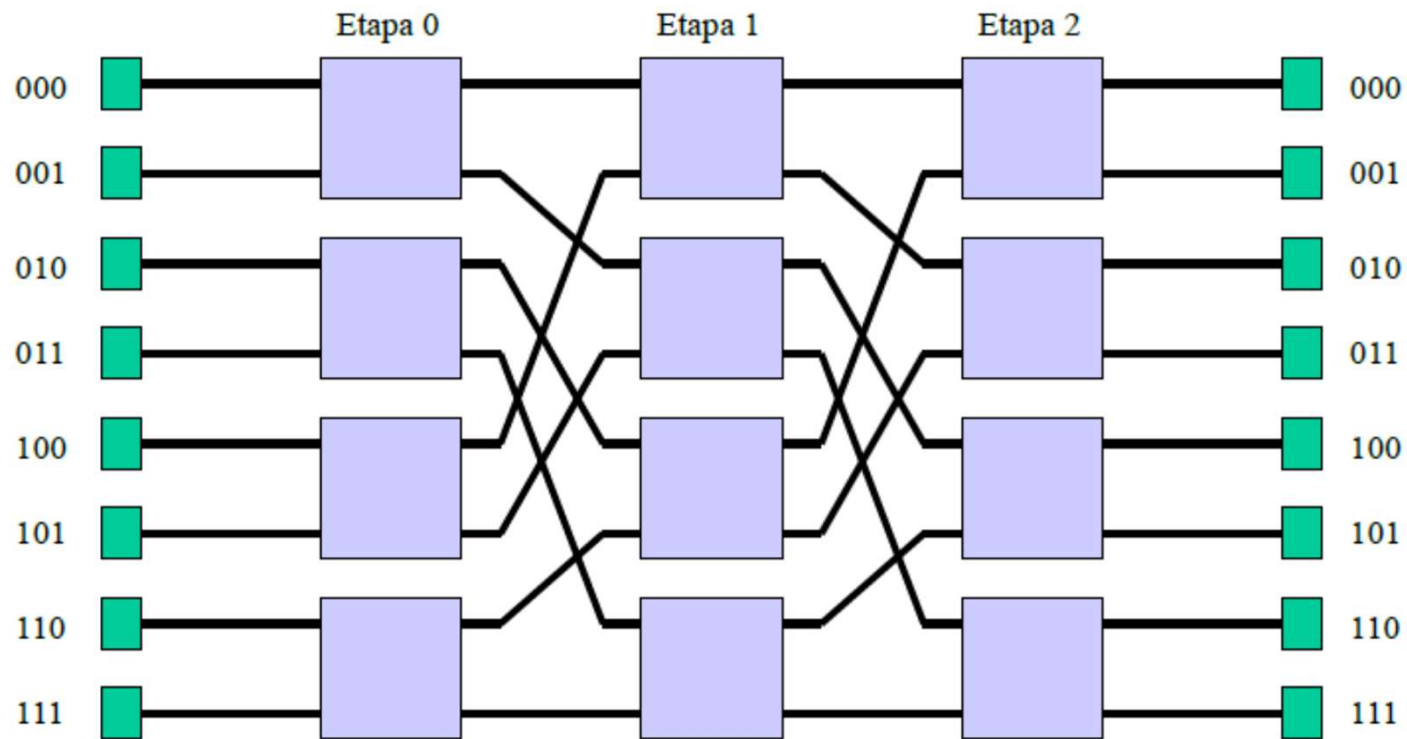
*Red Omega*



# RED OMEGA: CONTACTO

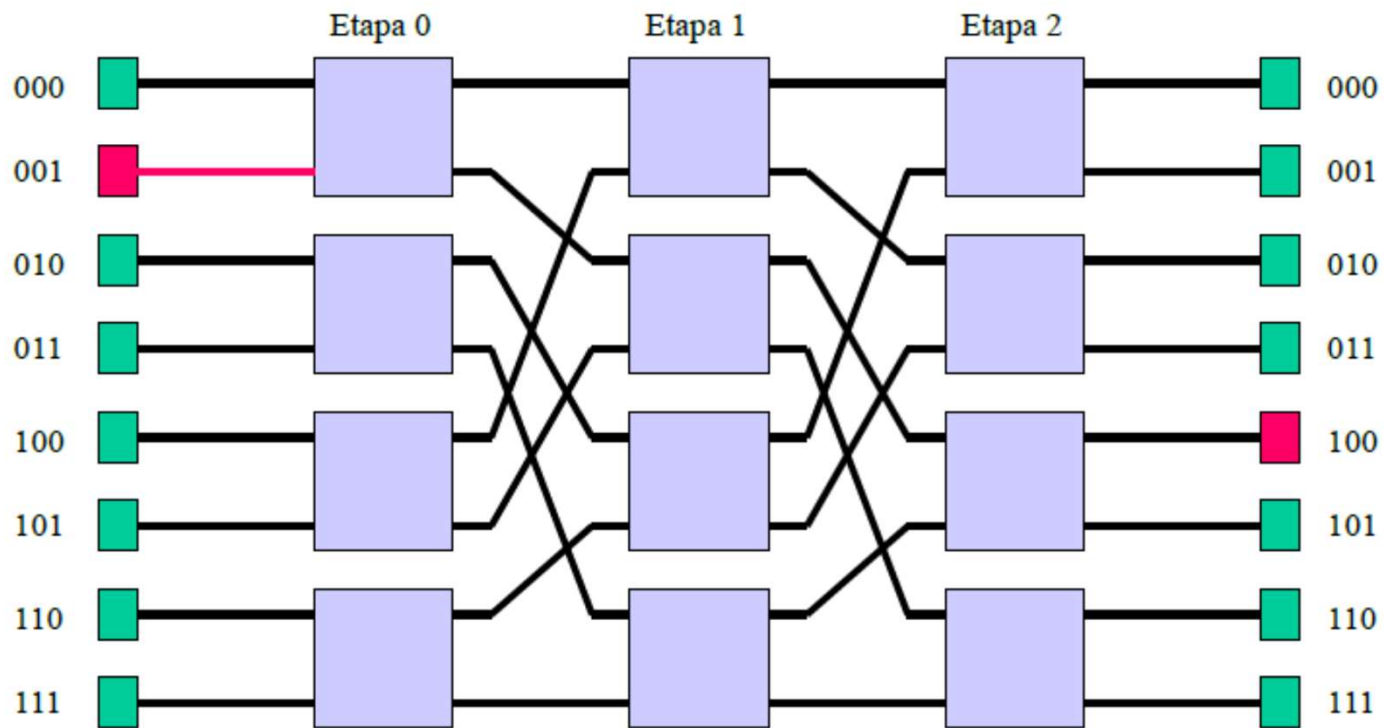


# RED OMEGA: RUTADO

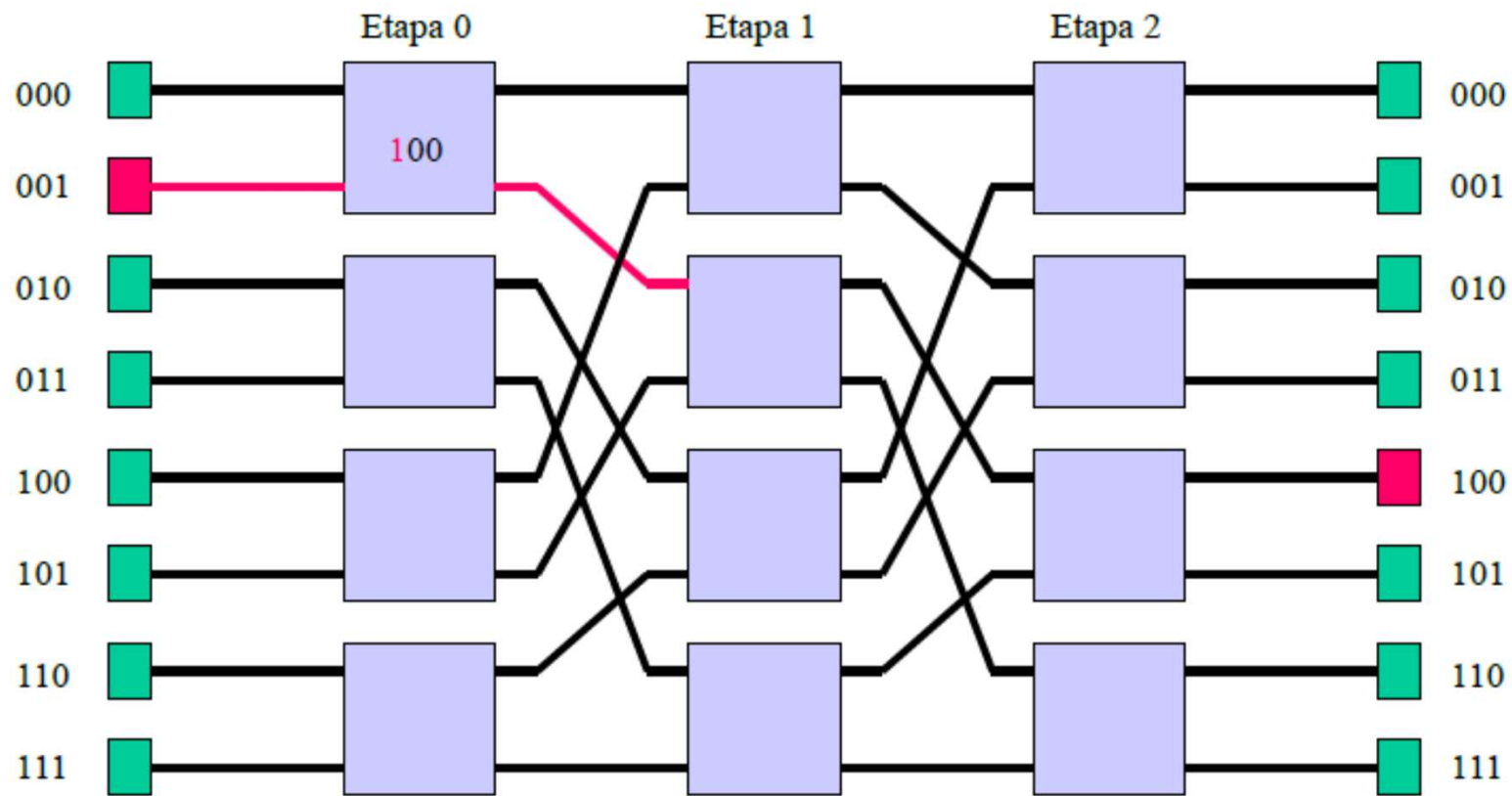




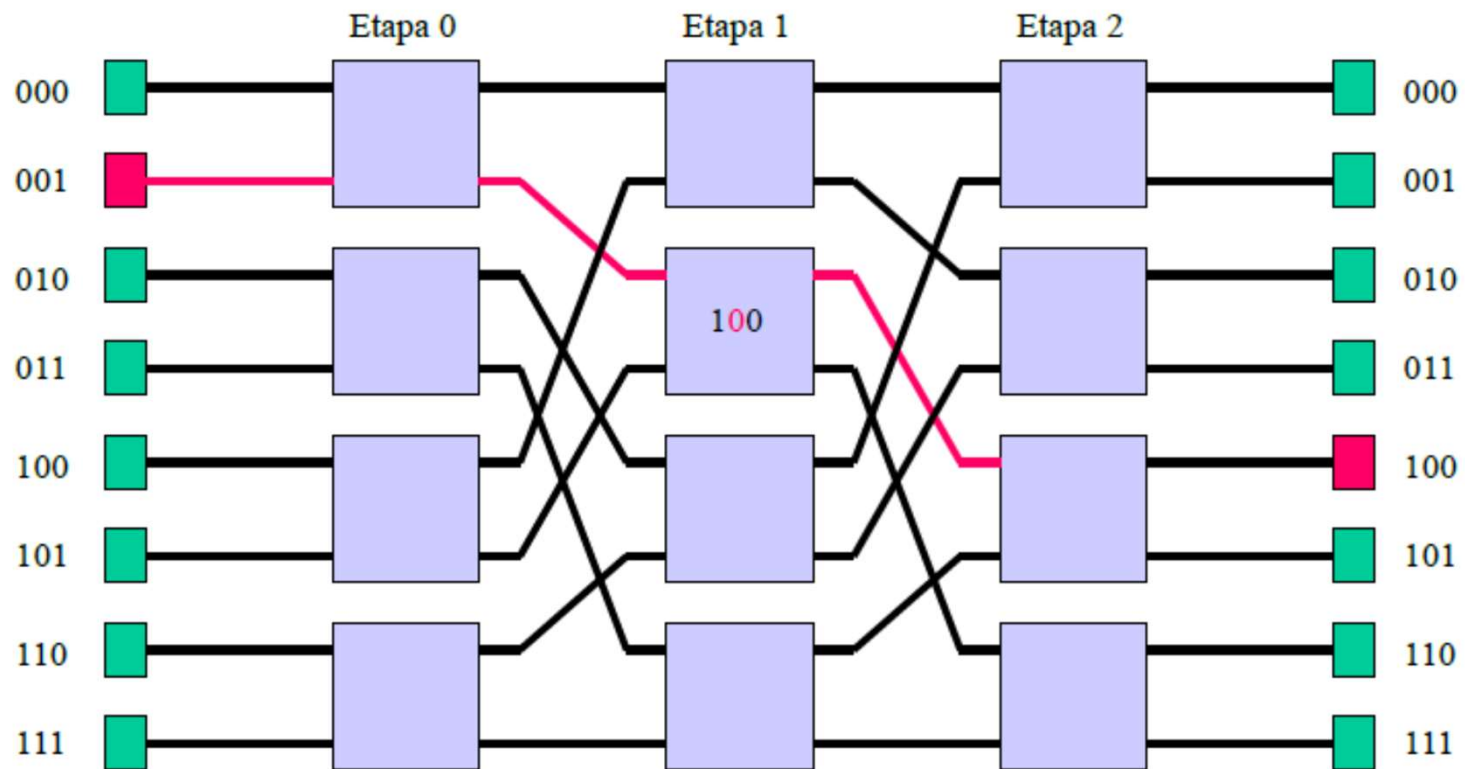
# RED OMEGA: RUTADO



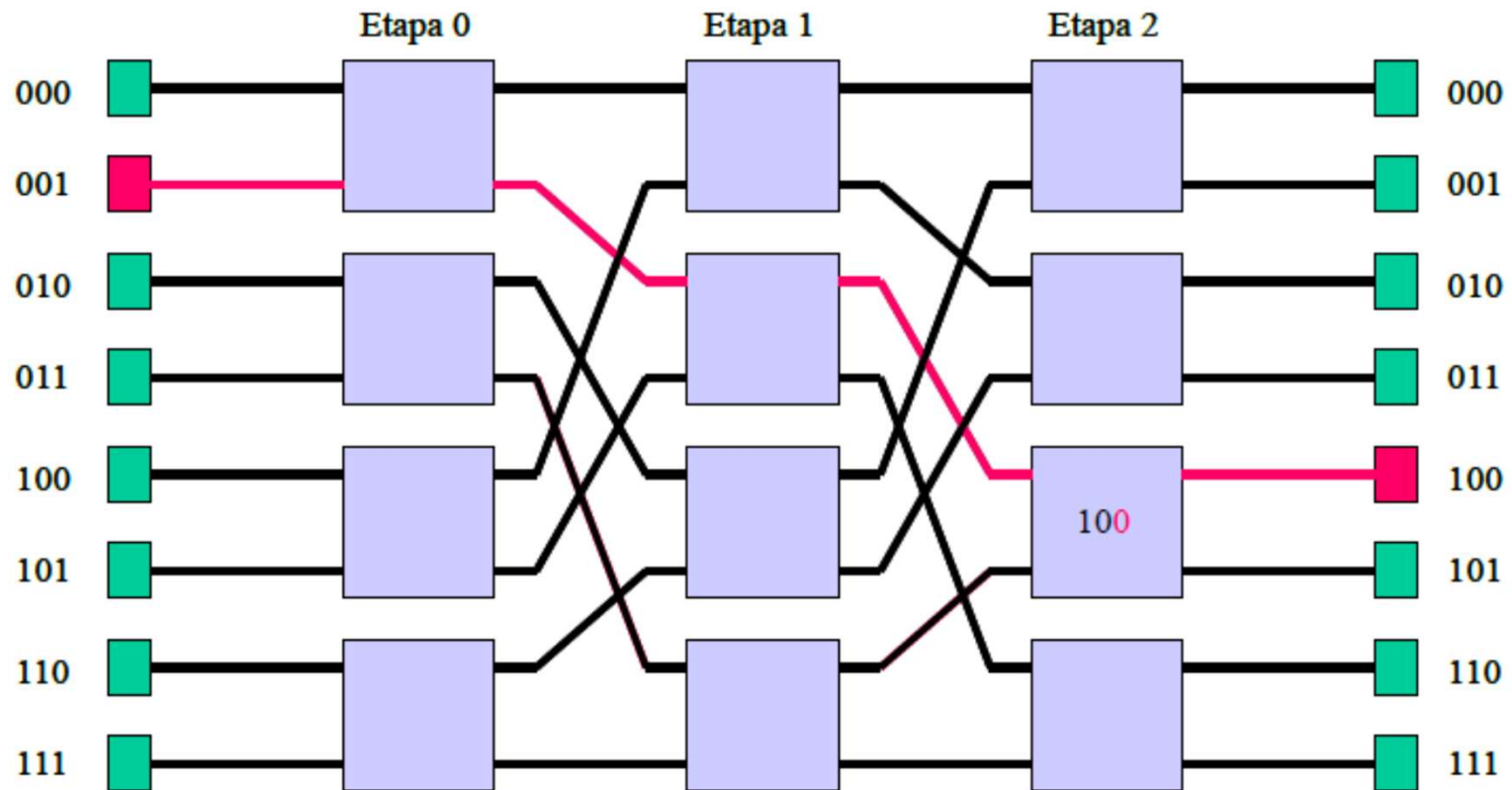
# RED OMEGA: RUTADO



# RED OMEGA: RUTADO

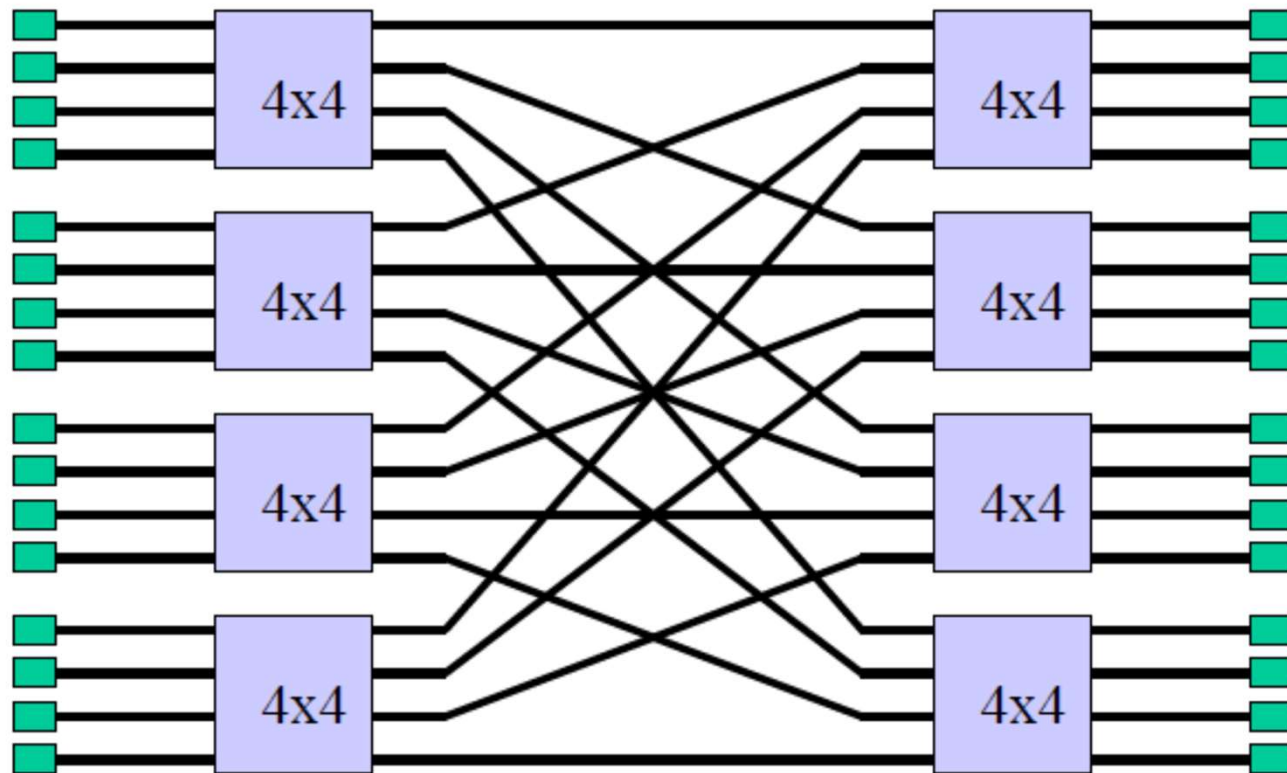


# RED OMEGA: RUTADO

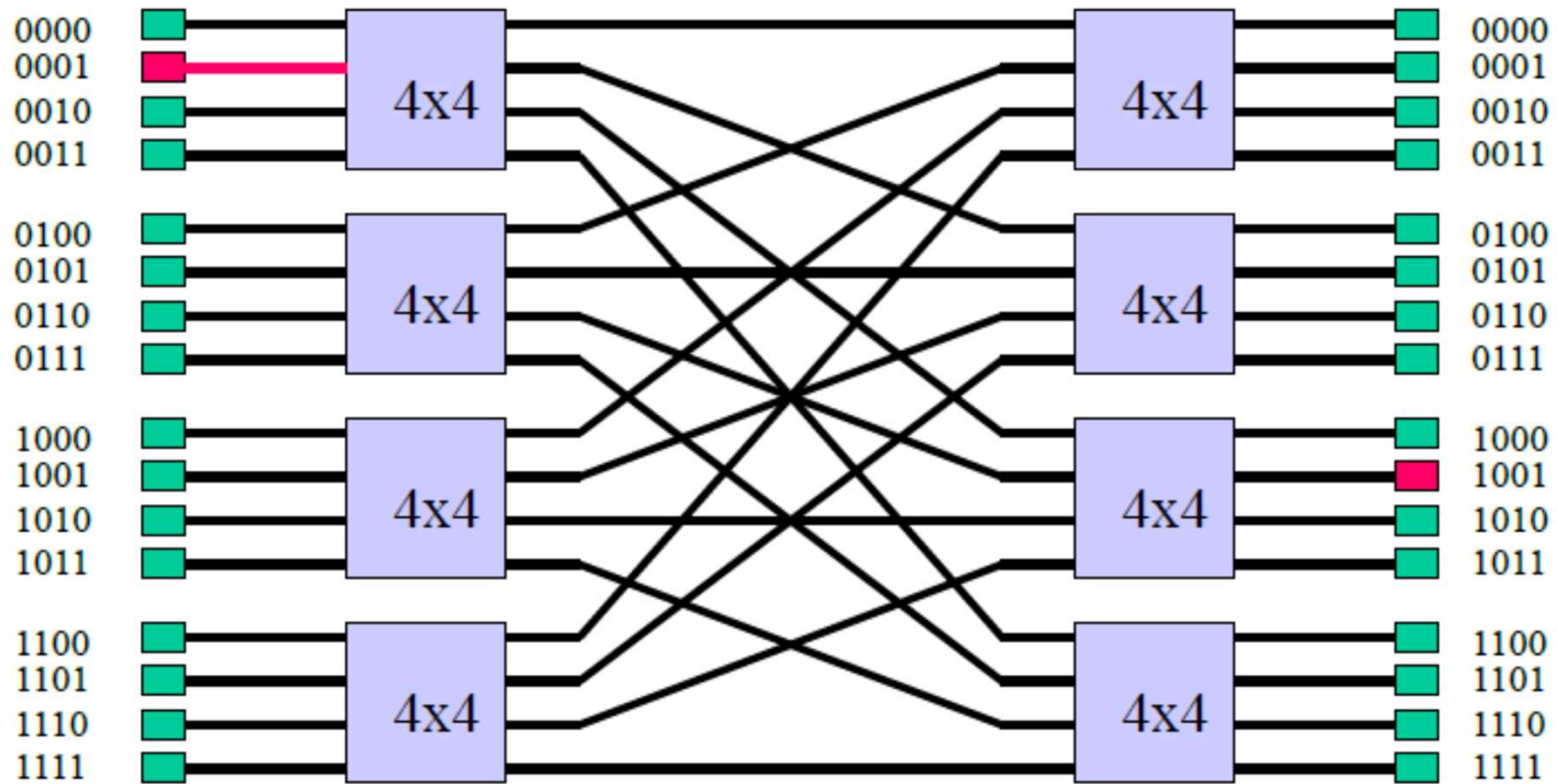


# TOPOLOGÍAS DINÁMICAS

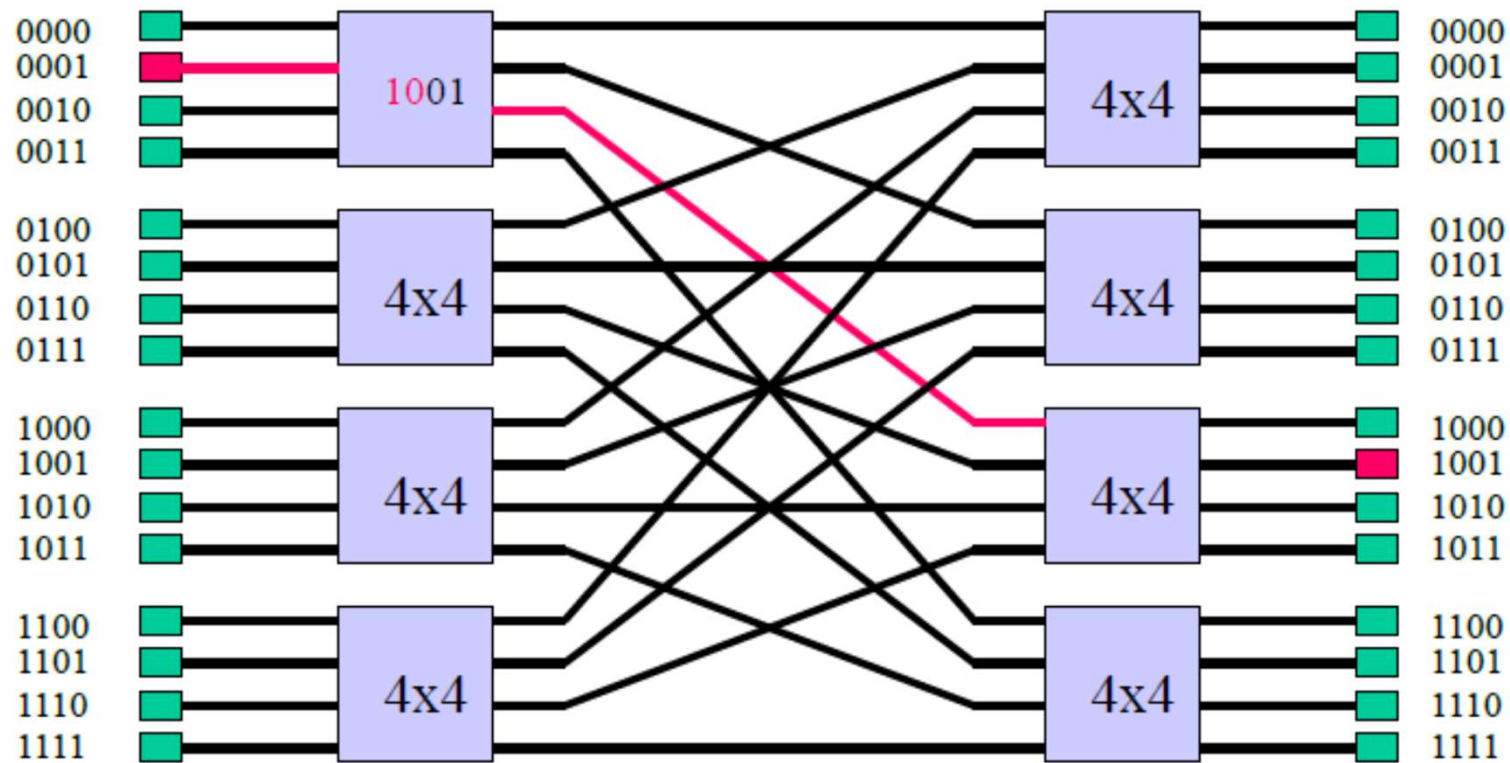
*Mariposa*



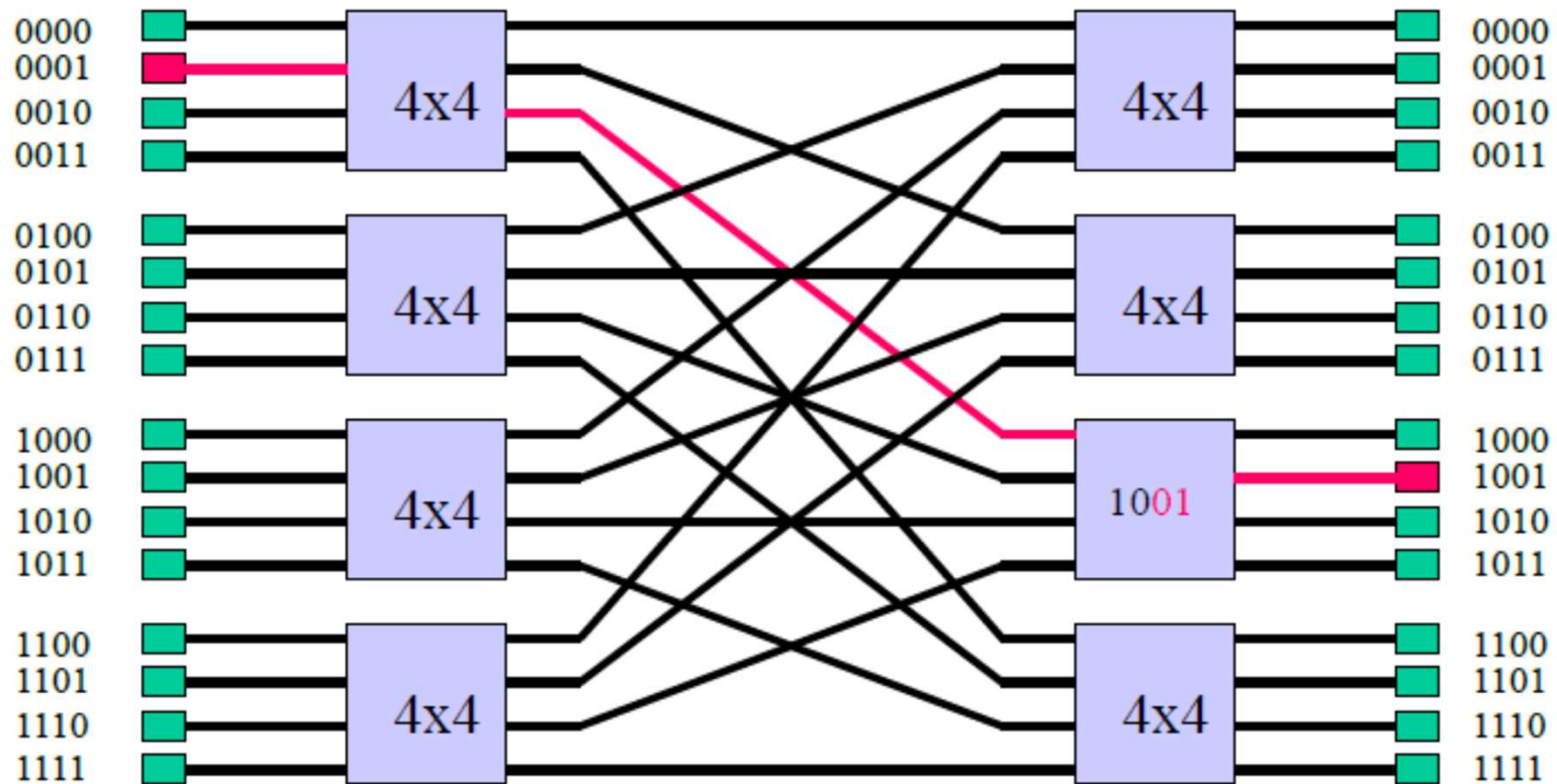
# MARIPOSA: RUTADO



# MARIPOSA: RUTADO



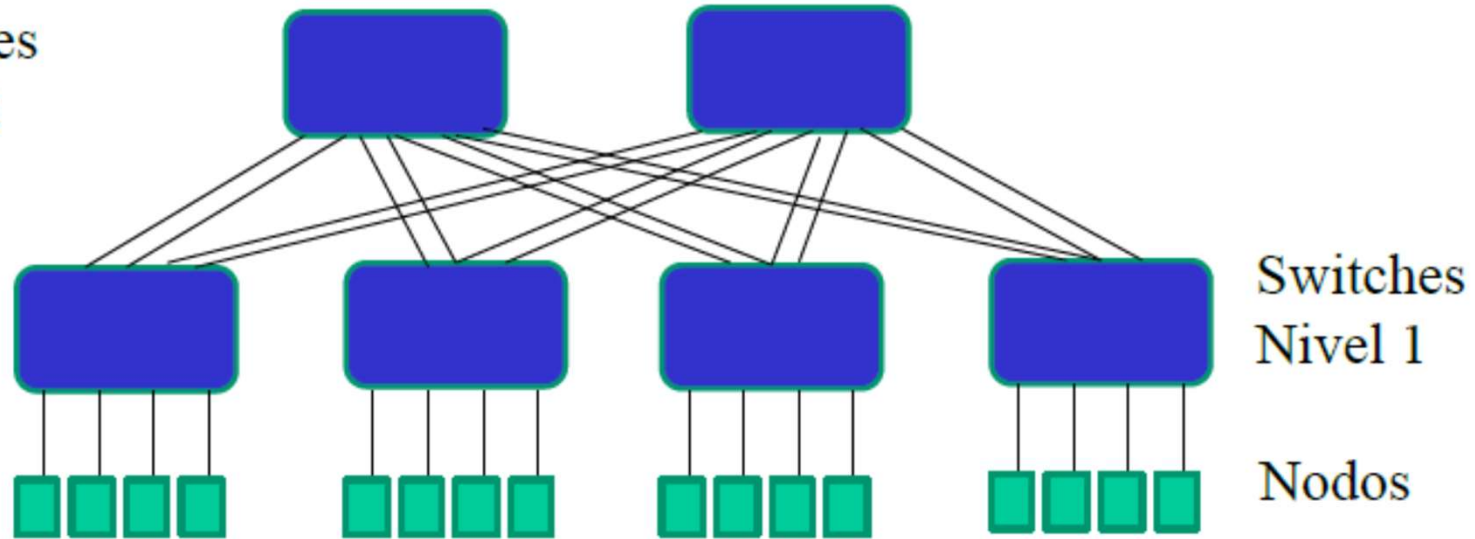
# MARIPOSA: RUTADO



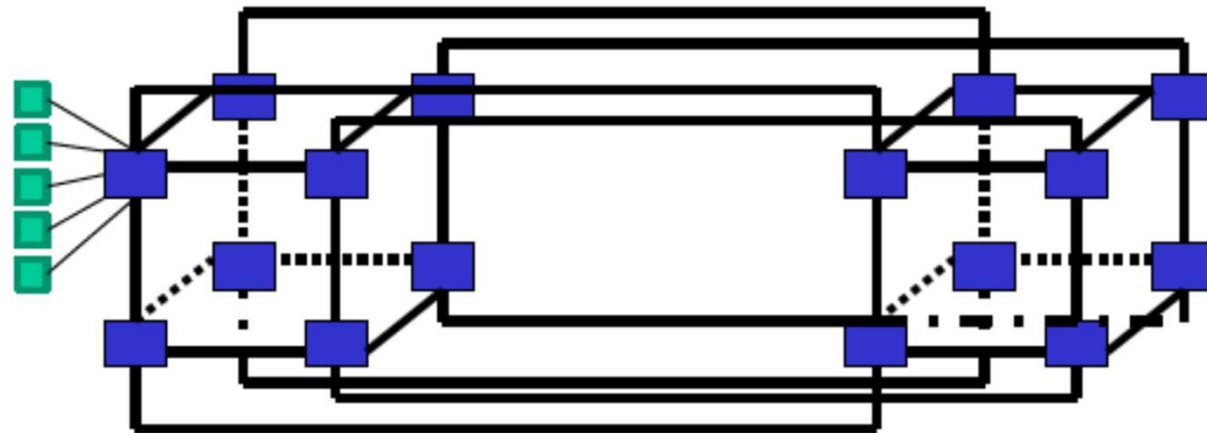


# Árbol grueso conmutado

Switches  
Nivel 2

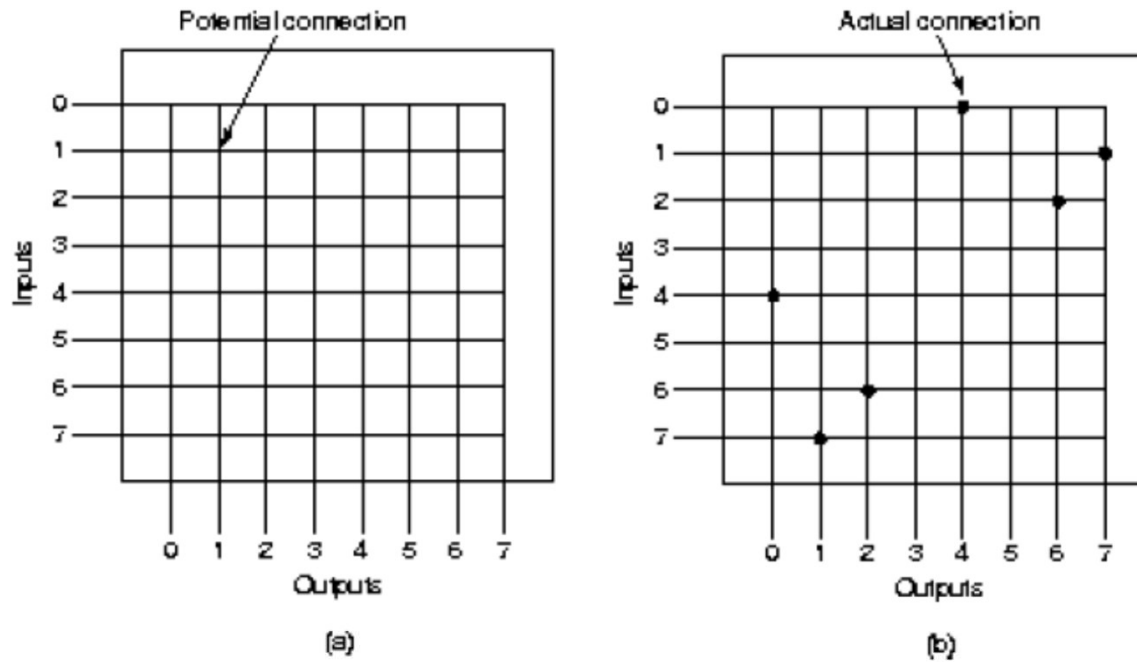


# Hipercubo conmutado



# **Hardware de Conmutación**

# Conmutadores de tipo Crossbar

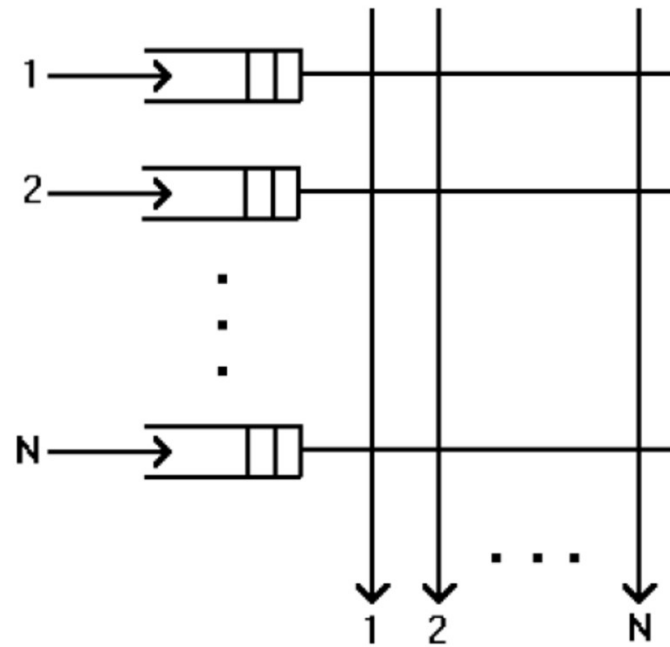


---

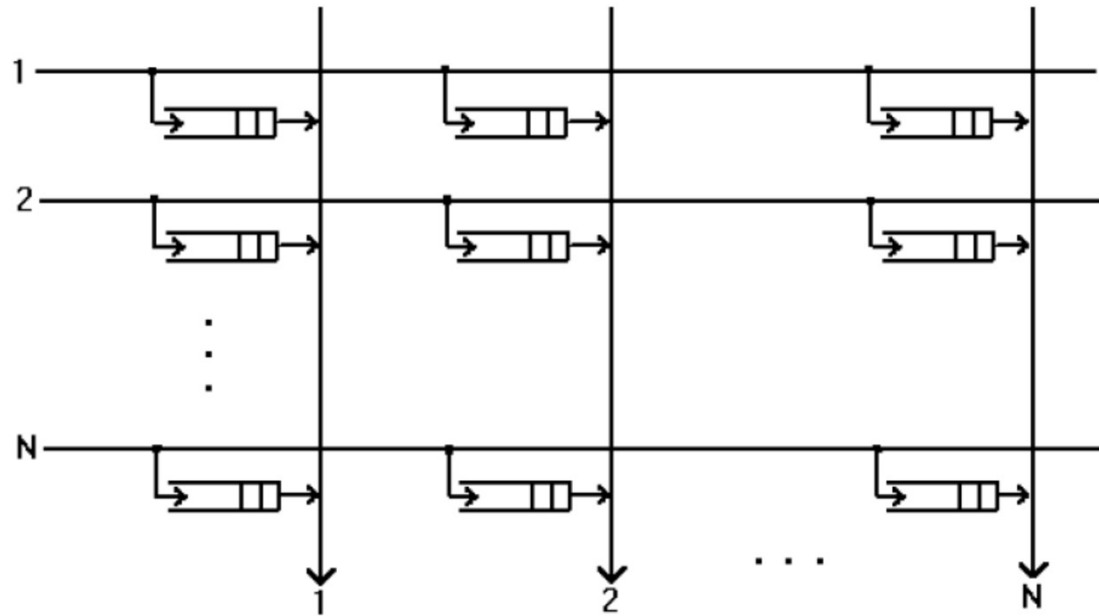
(a) conmutador crossbar con 0 conexiones. (b) conmutador crossbar con tres conexiones: 0 con 4, 1 con 7, y 2 con 6

# Queueing functions

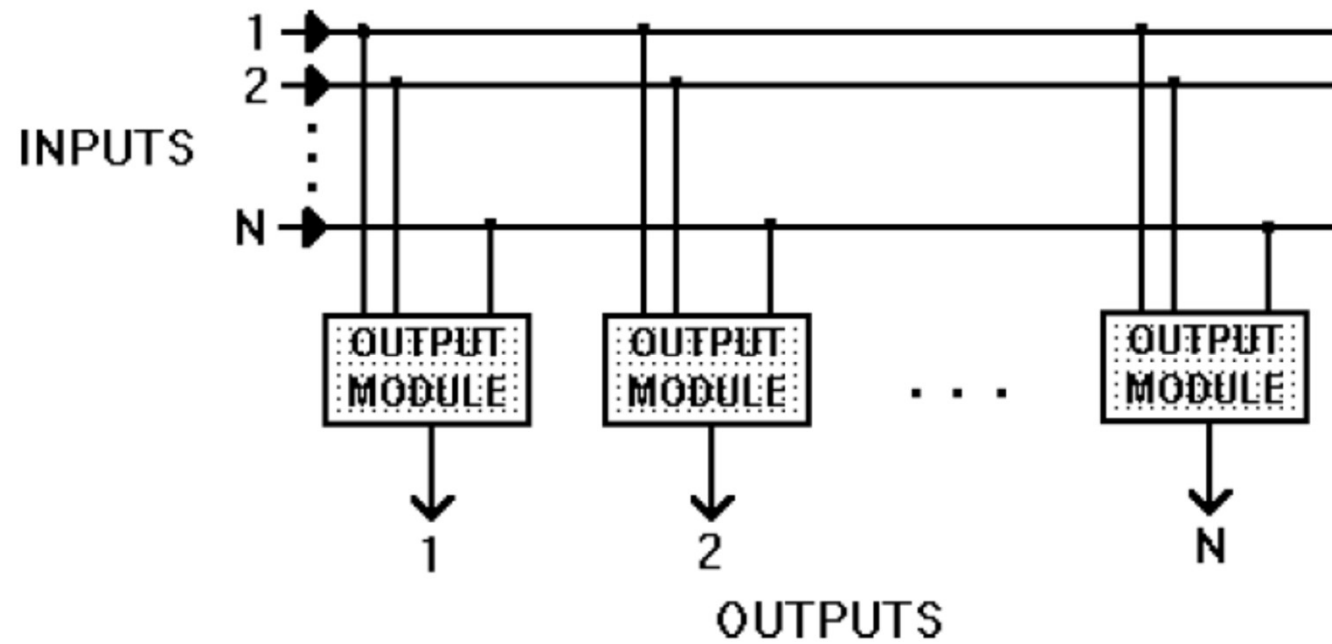
*Input queuing:*



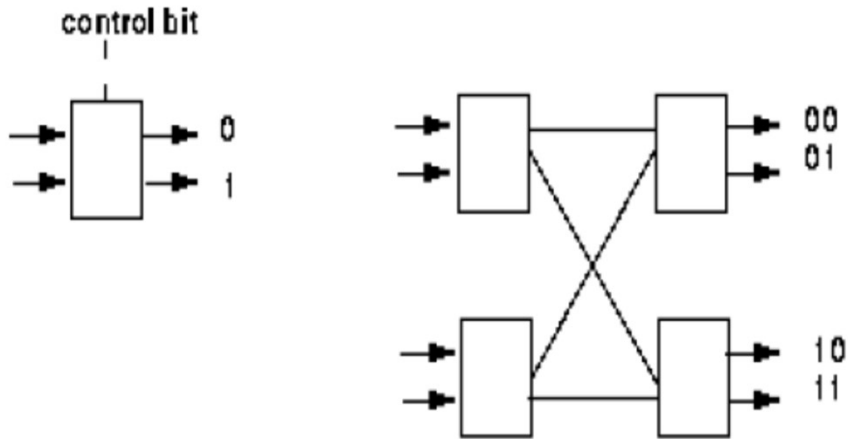
## *Output queing:*



## Conmutadores de tipo Knockout



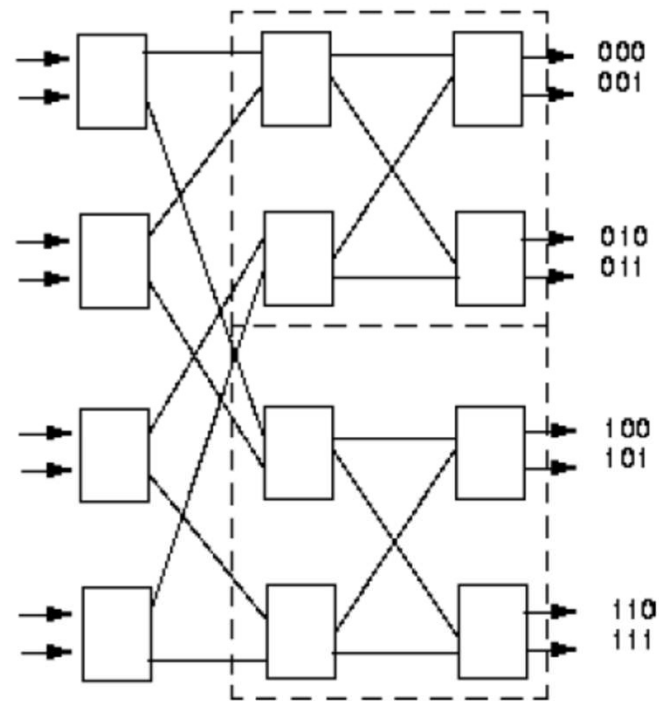
# Redes Banyan



N° de conmutadores

$$N S = N/2 \times \log_2 N =$$

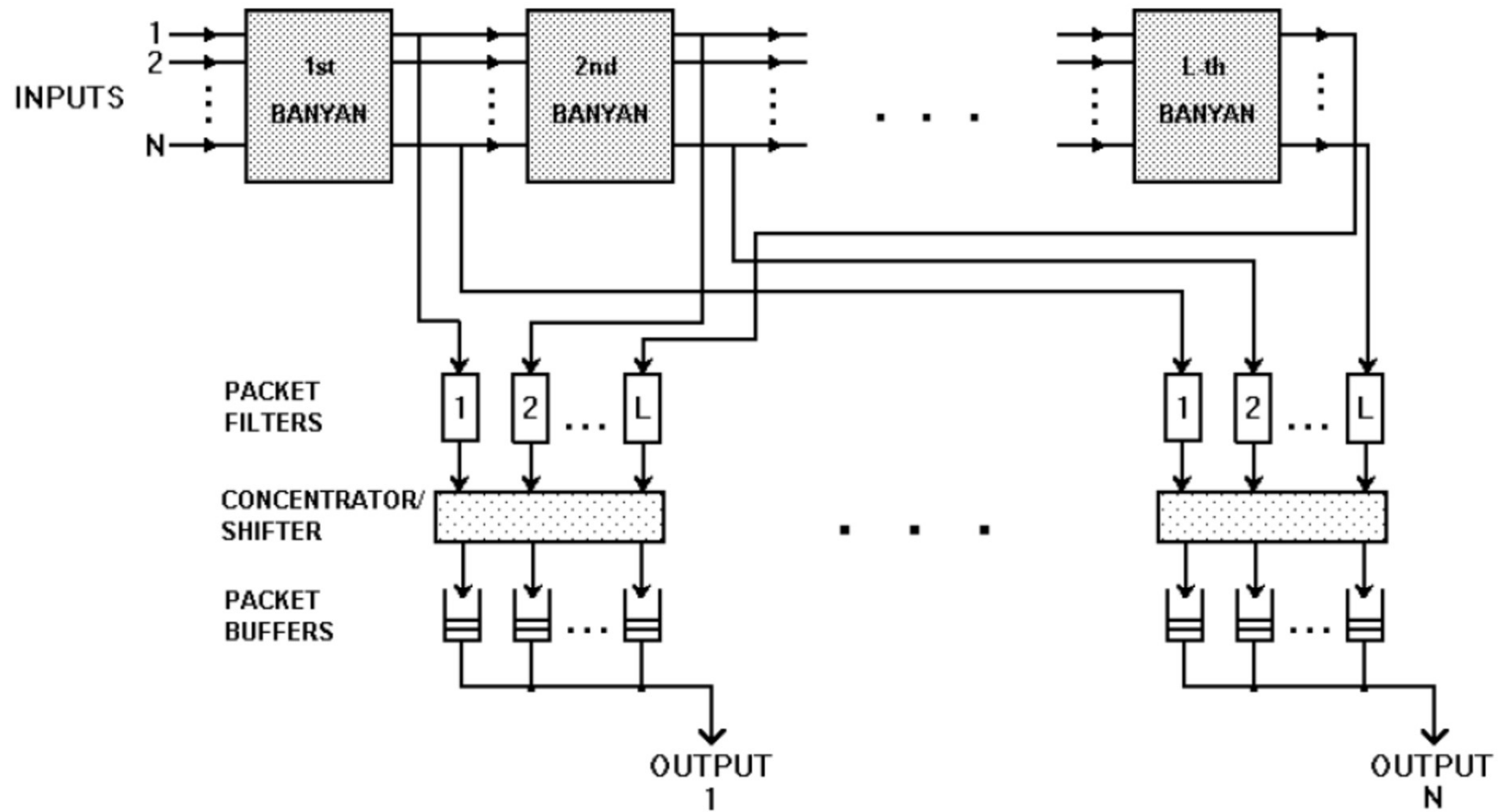
$$= \text{N° de S por etapa} \times \text{N° de etapas}$$



*Elemento de Commutación, red banyan 4x4 y red banyan 8x8*



# Conmutador Tandem Banyan



## Conmutadores de tipo SunShine

