

Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Redes de interconexión.
Encaminamiento

Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Encaminamiento. Los algoritmos de encaminamiento establecen el camino que sigue cada mensaje o paquete
- Propiedades derivadas
 - Conectividad: capacidad de encaminar desde cualquier nodo origen a cualquier nodo destino
 - Adaptabilidad: capacidad de encaminar a través de caminos alternativos
 - Evitación de bloqueos: capacidad de garantizar que los mensajes no se bloquearán en la red
 - Tolerancia a fallos: capacidad de encaminar en presencia de componentes defectuosos

Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Algoritmos de encaminamiento. Criterios de clasificación
 - El número de destinos
 - Quién toma la decisión del encaminamiento
 - Cómo se realiza la implementación
 - La adaptabilidad
 - La progresividad
 - La minimalidad del encaminamiento
 - El número de caminos proporcionados

Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Algoritmos de encaminamiento. Clasificación
 - Según número de destinos:
 - Monodestino (unicast)
 - Multidestino (multicast)
 - Según decisión de encaminamiento:
 - Centralizados
 - En origen (El nodo fuente especifica el camino y la ruta se almacena en la cabecera del paquete) ☐ encaminamiento street-sign
 - Distribuidos (Los nodos intermedios deciden hacia dónde encaminar) → Idóneo para topologías irregulares
 - Multifase

Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Algoritmos de encaminamiento. Clasificación
 - Según la implementación:
 - Tablas (encaminamiento por intervalos)
 - Máquinas de estados finitos (FSM) → topologías ortogonales (encaminamiento por orden de dimensión)
 - Según adaptabilidad
 - Deterministas:
 - Siempre suministran el mismo camino
 - Rendimiento pobre si tráfico no uniforme
 - Adaptativos:
 - Consideran el estado de la red
 - Totalmente adaptativos: pueden usar todos los canales
 - Parcialmente adaptativos: usan un subconjunto

Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Algoritmos de encaminamiento. Clasificación
 - Según progresividad
 - Progresivos
 - Backtracking: EPB (Exhaustive Profitable Backtracking)
 - Según minimalidad
 - Mínimos
 - ¿Algoritmos deterministas progresivos y mínimos?
 - No mínimos
 - Mayor flexibilidad
 - Encaminamiento tolerante a fallos

Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Algoritmo determinista: encaminamiento por orden de dimensión
 - Topologías ortogonales
 - Selección de canales sucesivos con orden específico
 - Tipo determinístico
 - La diferencia en una dimensión se anula antes de pasar a la siguiente
 - Ejemplos:
 - Street-sign (fuente y sin tabla)
 - encaminamiento XY (distribuido y sin tabla)
 - encaminamiento e-cube
 - Intervalo (distribuido y con tabla de consulta)
 - Libre de interbloqueos en mallas e hipercubos (en toros es necesario usar canales virtuales y establecer un orden en su utilización)

Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

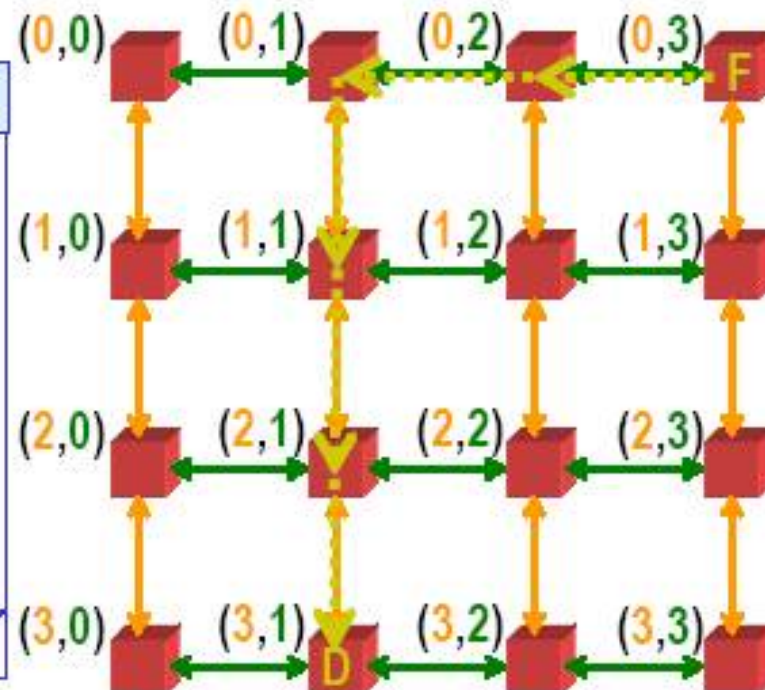
- Encaminamiento XY (ordenado por dimensión)

Ej. 3: malla 2D Ord. por dimensión 0-1

Entrada: actual $A=(a_1, a_0)_k$
destino $D=(d_1, d_0)_k$

Salida: Canal $cs=(D0-, D0+, D1-, D1+, I)$.

Procedimiento:
 $dist0 = d_0 - a_0$; $dist1 = d_1 - a_1$;
if ($dist0 < 0$) $cs = D0-$;
if ($dist0 > 0$) $cs = D0+$;
if ($dist0 = 0$ & $dist1 < 0$) $cs = D1-$;
if ($dist0 = 0$ & $dist1 > 0$) $cs = D1+$;
if ($dist0 = 0$ & $dist1 = 0$) $cs = I$;



Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

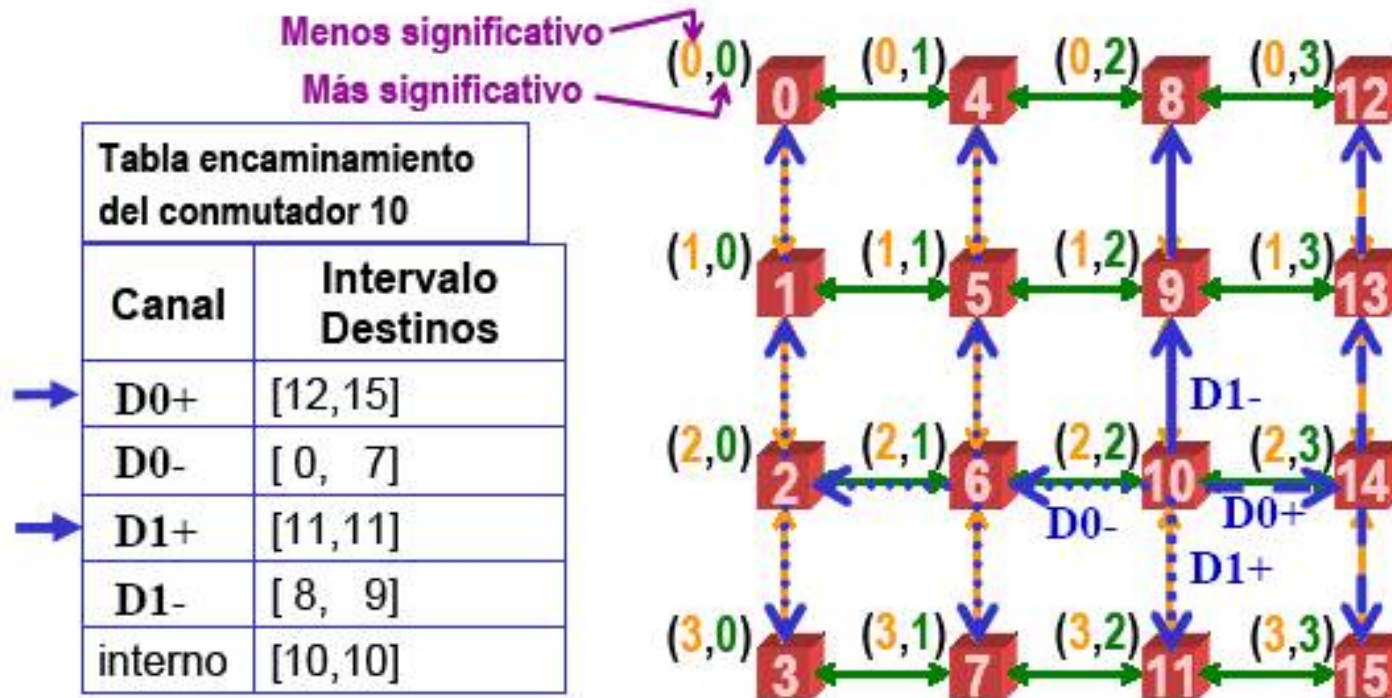
Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Encaminamiento ordenado por dimensión en tablas



Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Modelo de giros (turn-model)
 - Redes estáticas (topologías ortogonales) y redes dinámicas
 - Ejemplo:
 - West-First en mallas 2D (distribuido, sin tablas, parcialmente adaptativo y puede ser mínimo o no mínimo)
 - Interbloqueos
 - Ciclos que engloban varias direcciones → Se evitan prohibiendo al menos un cambio de dirección para cada ciclo
 - Ciclos sin cambio de dirección → Se evitan añadiendo canales virtuales y estableciendo un orden de uso

Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

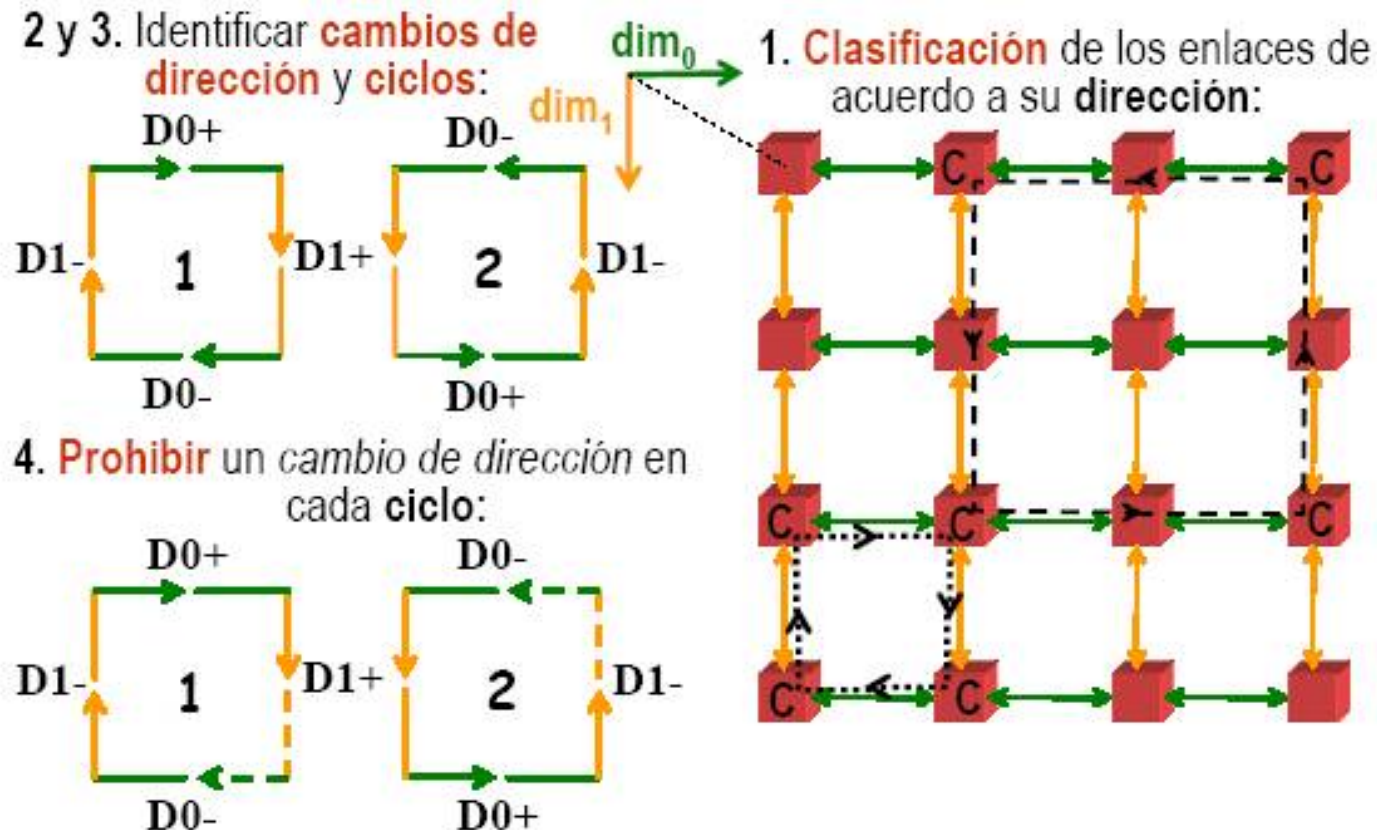
Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Algoritmo West-First



Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

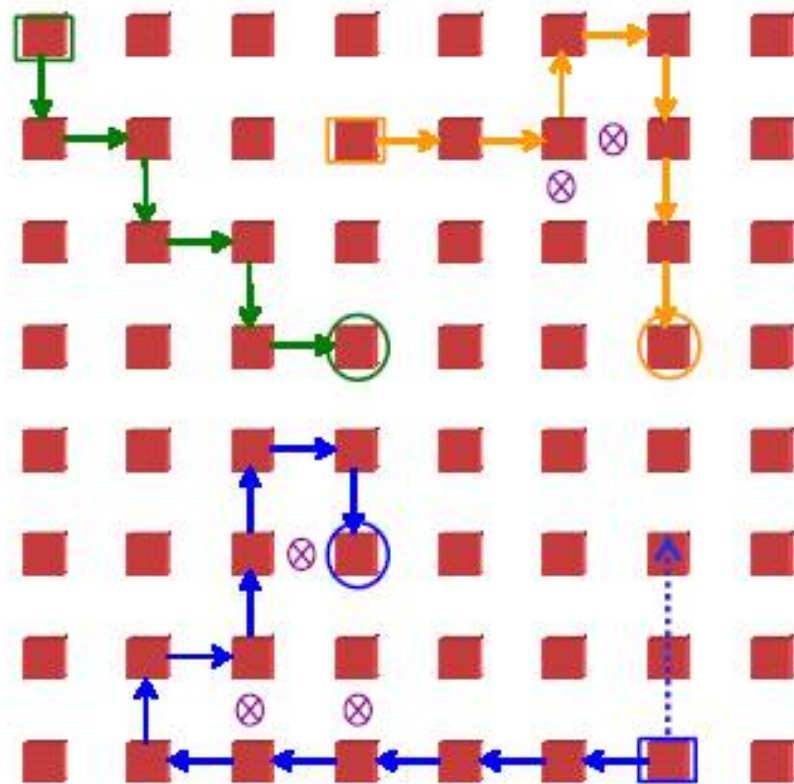
Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Algoritmo West-First – implementación no mínima



Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Algoritmo West-First para mallas 2D

Entrada: Actual $A = (a_1, a_0)$

Destino $D = (d_1, d_0)$

Salida: Canal cs

Procedimiento:

$dist0 = d_0 - a_0$; $dist1 = d_1 - a_1$;

if ($dist0 < 0$) $cs = D0-$;

if ($dist0 > 0$ & $dist1 > 0$) $cs = Sel(D0+, D1+)$;

if ($dist0 > 0$ & $dist1 < 0$) $cs = Sel(D0+, D1-)$;

if ($dist0 > 0$ & $dist1 = 0$) $cs = D0+$;

if ($dist0 = 0$ & $dist1 > 0$) $cs = D1+$;

if ($dist0 = 0$ & $dist1 < 0$) $cs = D1-$;

if ($dist0 = 0$ & $dist1 = 0$) $cs = I$;

Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

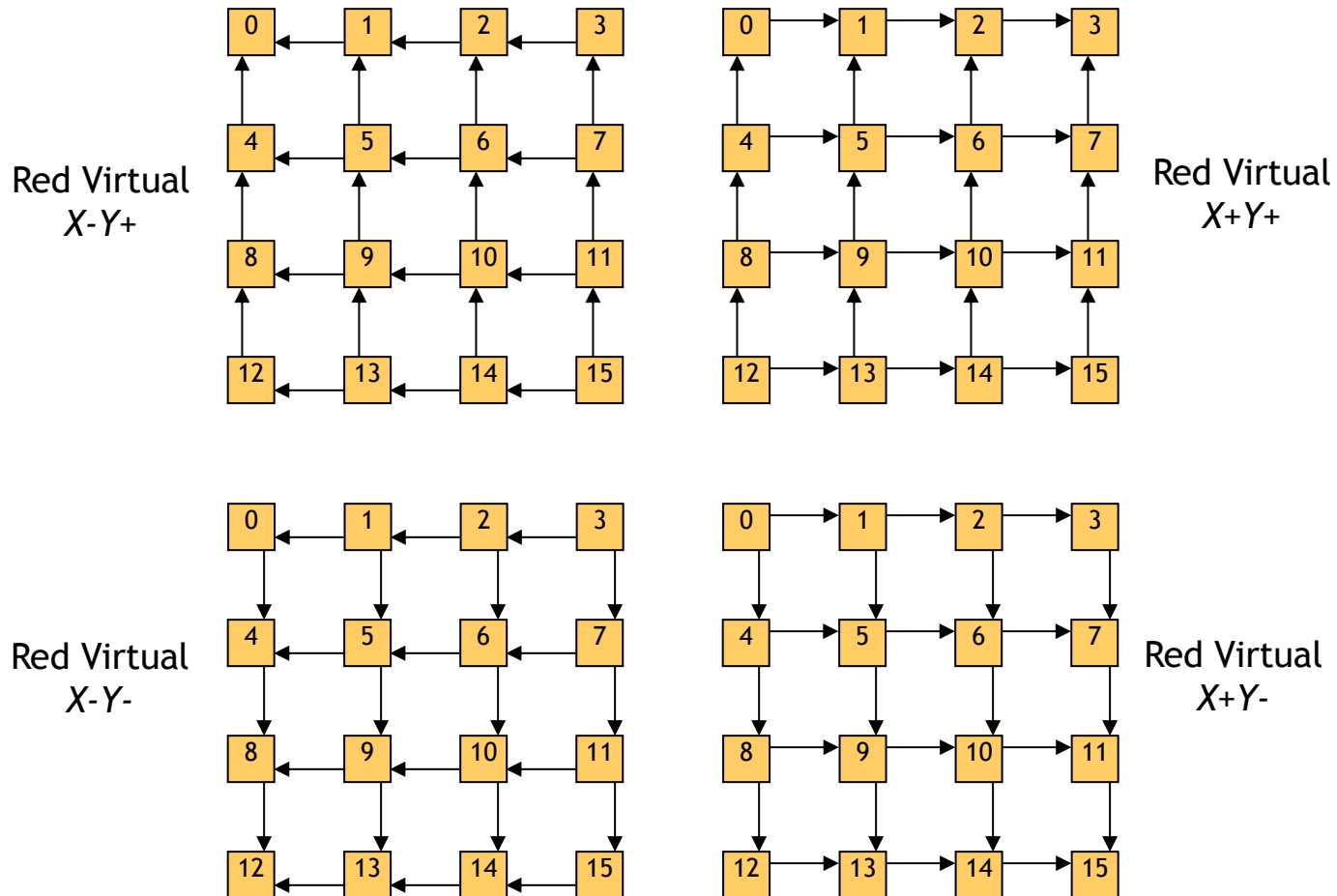
Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Algoritmo totalmente adaptativo: redes virtuales



Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Encaminamiento en redes tipo mariposa
 - Tipo determinístico
 - Se usa la dirección del destino D en base b . Cada dígito controla una etapa de conmutadores
 - No hay interbloqueo porque la topología no presenta ciclos
 - Ejemplos:
 - Red Omega y red Cubo: d_i controla la etapa $n-i-1$
 - Red mariposa: d_i controla la etapa $i-1$ y d_0 la etapa $n-1$

Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

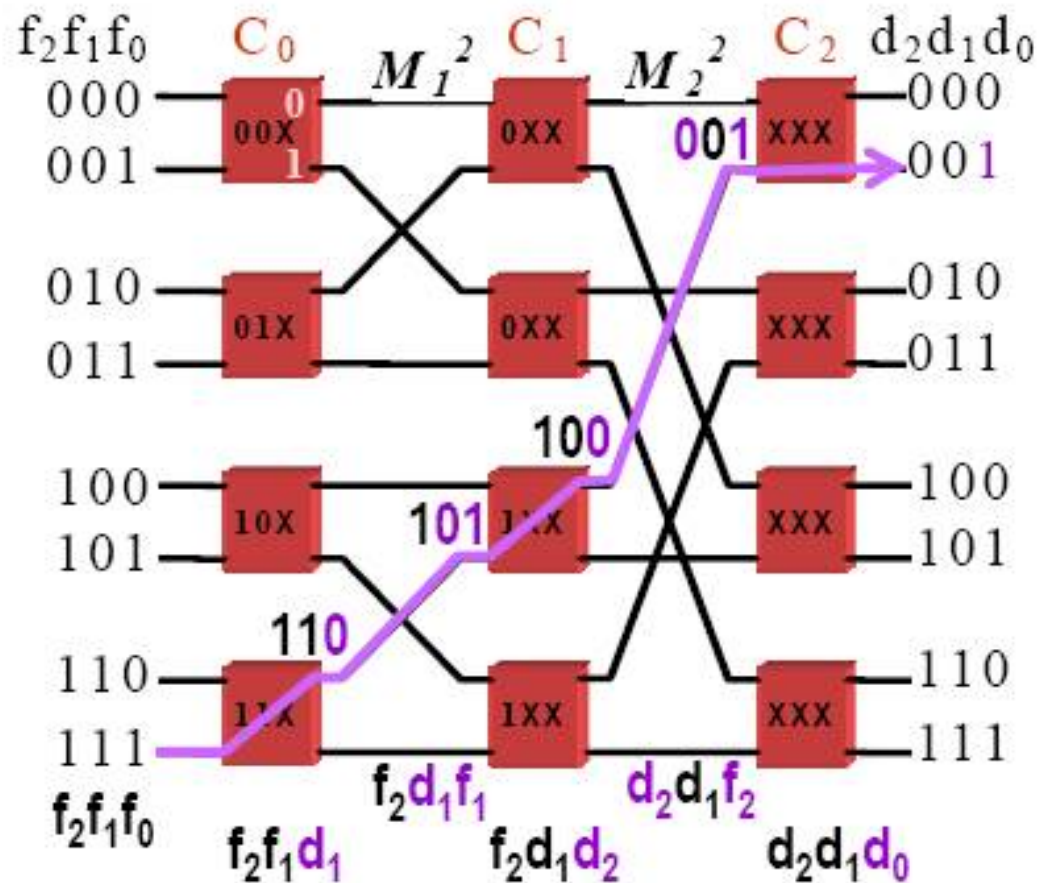
Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Encaminamiento en redes tipo mariposa



Ingeniería de los Computadores

Sesión 11. Encaminamiento

Conceptos

Clasificación

Topologías

Conmutación

Encaminamiento

- Encaminamiento en redes tipo mariposa

