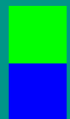


---

# **SIMULACIÓN DE UNA RED MTA UTILIZANDO VERILOG**

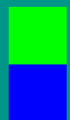
Jacobo Riesco, José Luis Conesa, Christian Reillo, Juan C. Díaz, Luis Merayo.



# INTRODUCCIÓN (i)

## □ MTA (Modo de Transferencia Asíncrono)

- Método recomendado por UIT para sistemas de banda ancha (RDSI-BA)
- Técnica de conmutación y multiplexado de paquetes
  - La unidad básica de transferencia de información se denomina célula
  - El tiempo se divide en intervalos de igual duración. En cada intervalo se transmite una célula o en caso de no haber datos una célula vacía
- Ganancia estadística
  - Varias fuentes individuales pueden compartir un enlace de capacidad menor que la suma de sus velocidades de pico
  - Congestión: dos o más células procedentes de diferentes fuentes intentan acceder simultáneamente al canal
    - Colas de tráfico: Probabilidad de pérdida y retardo variable.



# INTRODUCCIÓN (ii)

## □ MOTIVACIÓN

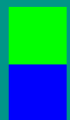
○ Realización de un ASIC para el multiplexado y control de acceso a un canal MTA de alta velocidad y extracción (demultiplexado) de flujos de dicho canal (AMDA)

## ○ UTILIDAD

- Comunicaciones de alta velocidad en placas (*backplanes*)
- Redes de área local/metropolitana (*LAN/MAN*)

## □ OBJETIVOS

- Determinar la funcionalidad del circuito (algoritmo de acceso al medio)
- Dimensionado de las colas de tráfico de forma que se minimice:
  - La probabilidad de pérdida
  - El retardo y su variación (*CDV*)
  - La dependencia con la posición del nodo



# FUNCIONALIDAD DEL AMDA (i)

## ❑ Dos modos de funcionamiento

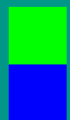
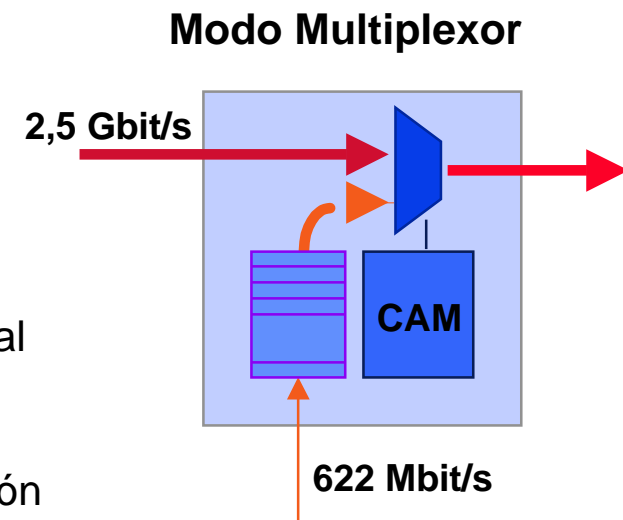
- MULTIPLEXOR
- DEMULTIPLEXOR

## ❑ Modo MULTIPLEXOR

Agrega tráfico MTA de baja velocidad (hasta 622 Mbit/s) en flujo MTA de alta velocidad (2,5 Gbit/s).

Dos funciones principales:

- Multiplexado  
Sustituye células vacías del canal de alta velocidad por células de la fuente de baja velocidad, almacenadas en una FIFO hasta que se insertan en el canal
- Control de acceso al medio (CAM).  
Asegura a todos los nodos probabilidad similar de insertar su tráfico, independientemente de su posición en la red. Control distribuido
  - Escalabilidad
  - Fiabilidad



# FUNCIONALIDAD DEL AMDA (ii)

## ❑ Modo DEMULTIPLEXOR

Extrae células del canal de alta velocidad (2,5 Gbit/s) hacia un receptor MTA de baja velocidad (622 Mbit/s). Dos funciones principales:

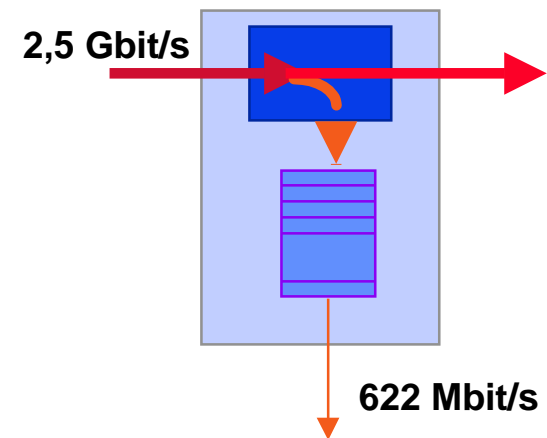
### ○ Filtrado:

- Verifica las cabeceras de las células del canal de alta velocidad y extrae las destinadas al nodo
- Las células extraídas pueden eliminarse del canal (sustituyéndolas por células vacías) o dejarse en el (comunicaciones punto a multipunto)

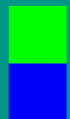
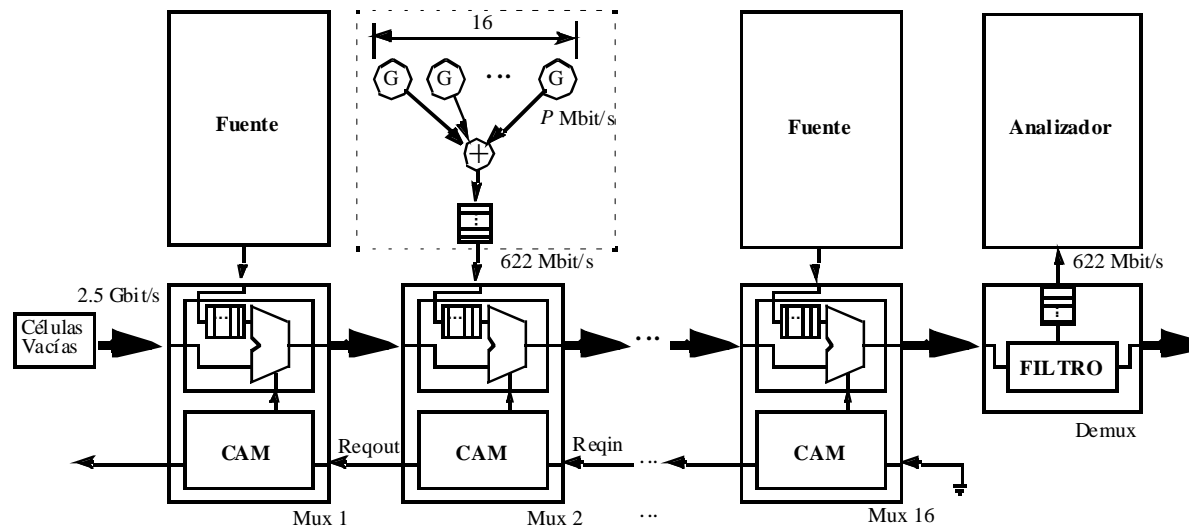
### ○ Desacoplo de velocidades

- Las células entrantes se almacenan en una cola (FIFO) presentándose al receptor a la velocidad adecuada.

### Modo Demultiplexor



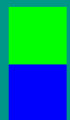
# ENTORNO DE SIMULACIÓN



# DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS (i)

## □ MULTIPLEXOR

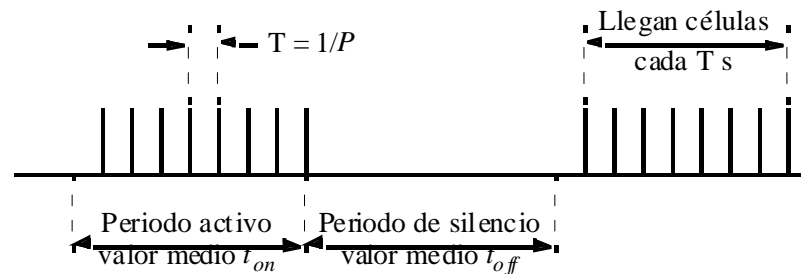
- FIFO de tamaño “infinito”
- Varios algoritmos para el control de acceso al medio común (CAM)
  - Tratan de mantener una cola global distribuida
  - Cada nodo informa a los que le preceden de que tiene una nueva célula, para que dejen pasar células vacías
  - Algoritmo de referencia DQDB (IEEE 802.6)
- Medidas de ocupación de la FIFO mediante histogramas
  - Mide la probabilidad de que haya N células en la FIFO
  - Se calcula mediante una matriz de contadores
- Abstracción de las células, que contienen como única información
  - El instante de llegada al multiplexor (cálculo del retardo)
  - Una etiqueta identificadora del destino



# DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS (ii)

## □ FUENTES DE TRÁFICO

### ○ Modelo ráfaga/silencio (*on/off*)

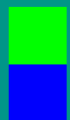


### ○ Permite representar gran variedad de servicios

- Datos
- Voz
- Vídeo

### ○ 16 Generadores parametrizables On/Off por fuente

- Parámetros:  $T_{on}$ ,  $T_{off}$ ,  $P$
- Función  $\$dist\_exponential$  (semillas independientes)



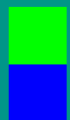
# DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS (iii)

## ❑ DEMULTIPLEXOR

- FIFO de desacoplo de tamaño “infinito”
- El filtro determina (de forma programable) si debe extraer las células
- Medidas de ocupación de la FIFO mediante histogramas

## ❑ ANALIZADOR

- Calcula el retardo y su variación restando el instante en que la célula sale del demultiplexor y el de llegada a un multiplexor (contenido en la célula)
- Los datos se mantienen en histogramas



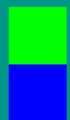
# SIMULACIONES Y RESULTADOS (i)

## □ MEDIDA DEL TRÁFICO AGREGADO

- 16 Multiplexores con 16 fuentes on/off por multiplexor

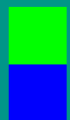
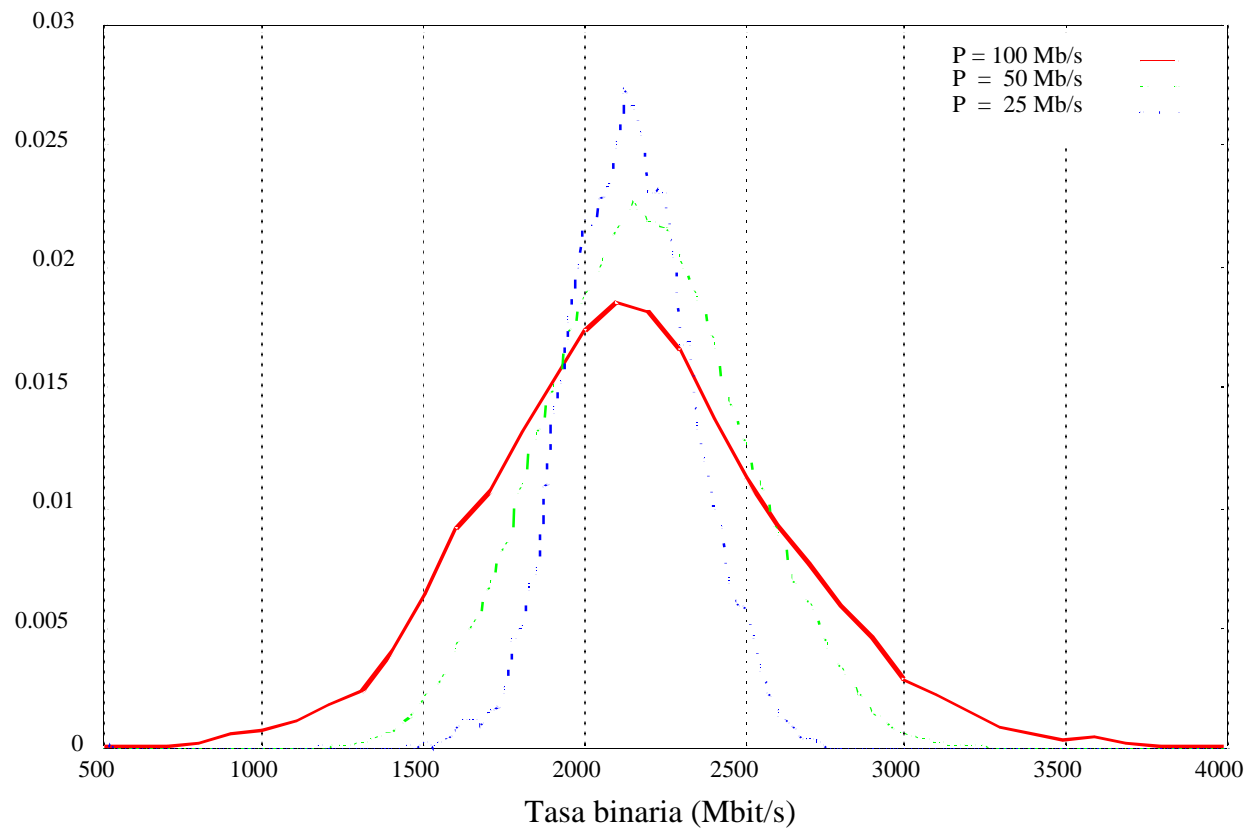
Cond	P(Mbit/s)	$t_{on}$ (ms)	$t_{off}$ (ms)	b	B (Mbit/s)
1	100	0,5	5,5	12	8,33
2	50	1,0	5,0	6	8,33
3	25	2,0	4,0	3	8,33

- Ocupación del canal 86% (14% células vacías)
- Tasa binaria media agregada 2133 Mbit/s
- Tiempo de simulación 8 millones de células de alta velocidad
- Tráfico agregado Gaussiano
- La saturación (Tráfico generado  $> 2,5$  Gbit/s) crece si aumenta el factor de pico: relación entre el tráfico medio y el de pico ( $b = P/B$ )



# SIMULACIONES Y RESULTADOS (ii)

## □ Distribuciones de tráfico



# SIMULACIONES Y RESULTADOS (iii)

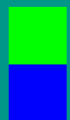
## □ SIMULACIÓN DE LOS MULTIPLEXORES

### ○ Objetivos

- Estimar el tamaño de la FIFO para probabilidad de pérdida  $< 10^{-9}$
- Determinar el CAM óptimo (Tamaño de la FIFO, retardo e independencia de la posición)

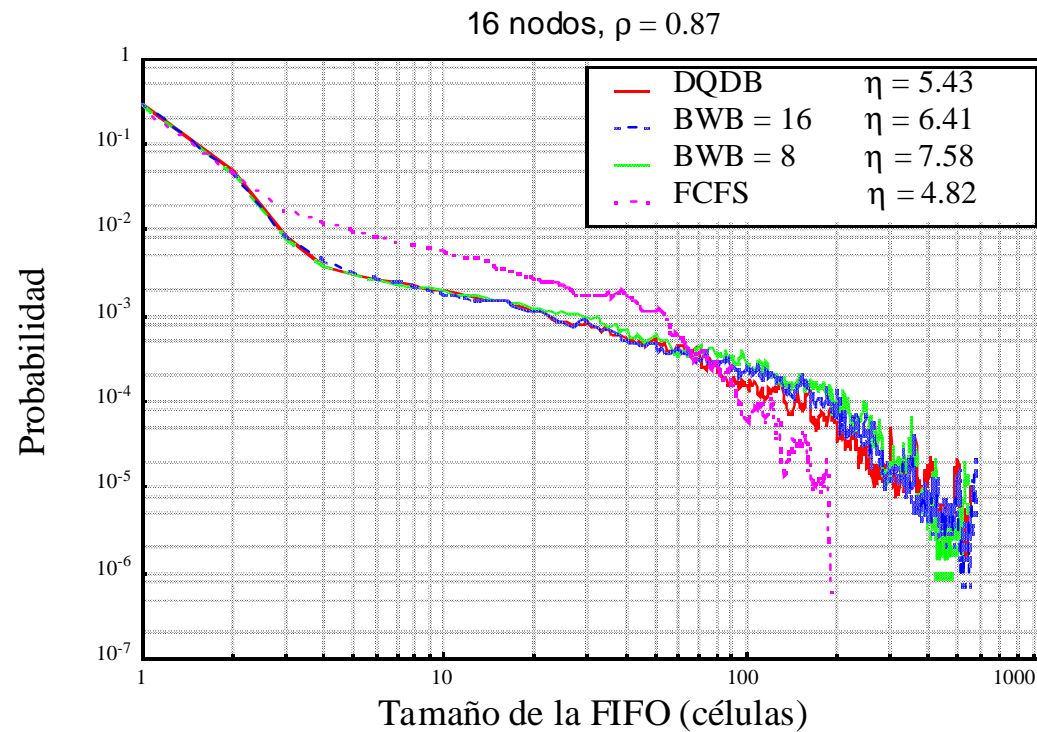
### ○ Algoritmos CAM simulados: DQDB, BWB, FCFS

- DQDB
  - Muy dependiente de la posición
- BWB
  - Menor dependencia de la posición
  - Mayor retardo
  - Desperdicio de ancho de banda
- FCFS
  - Independencia de la posición
  - Menor retardo

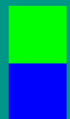


# SIMULACIONES Y RESULTADOS (iv)

## □ TAMAÑO DE LA FIFO

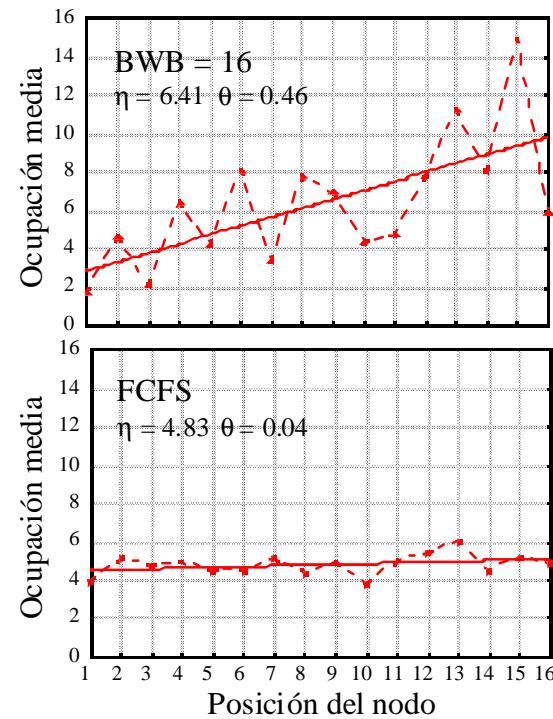
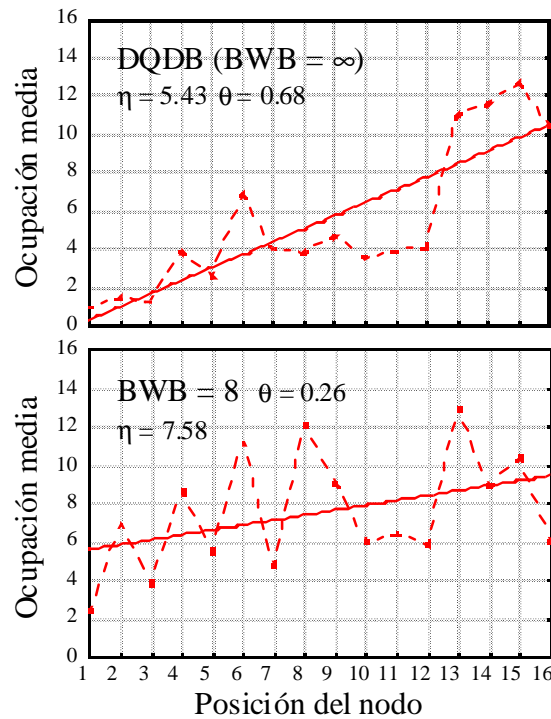


$\rho$ : Ocupación media del canal  
 $\eta$ : Tamaño medio de la FIFO



# SIMULACIONES Y RESULTADOS (v)

## □ DEPENDENCIA DE LA POSICIÓN

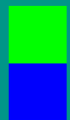
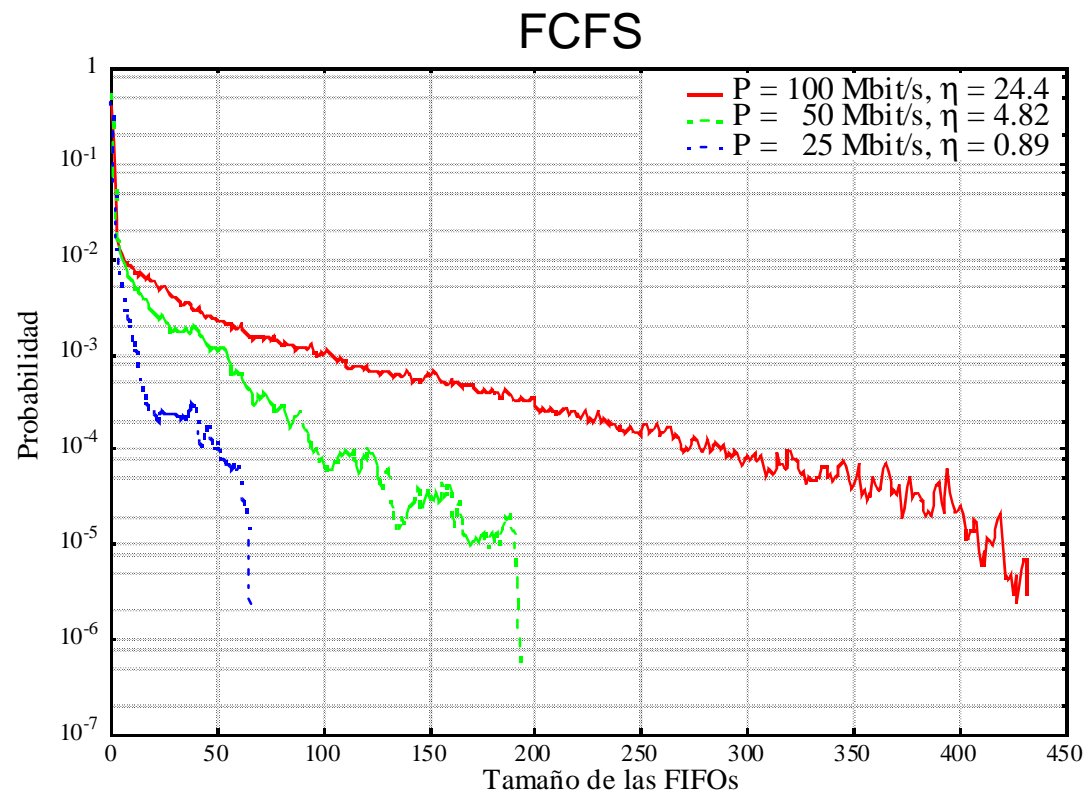


$\eta$ : Media de ocupación de las FIFOs de los 16 nodos

$\theta$ : Pendiente de la recta de interpolación

# SIMULACIONES Y RESULTADOS (vi)

## INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE TRÁFICO



# SIMULACIONES Y RESULTADOS (vii)

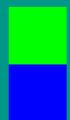
## □ SIMULACIÓN DE LOS DEMULTIPLEXORES

### ○ Objetivo

- Estimar el tamaño de la FIFO para probabilidad de pérdida  $< 10^{-9}$

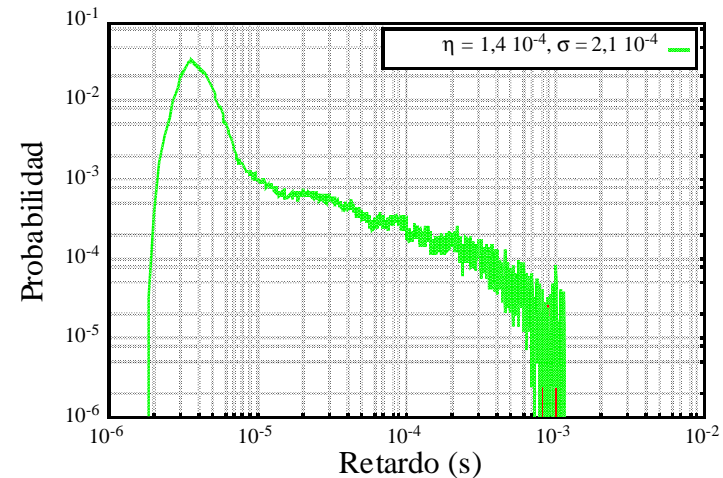
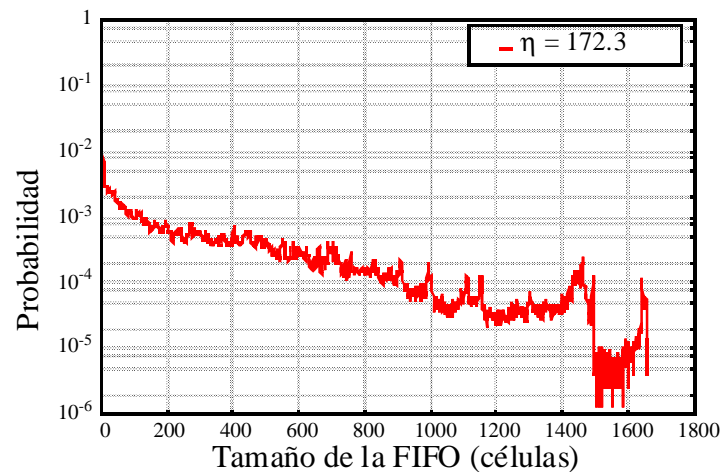
### ○ Ocupación media del canal de baja velocidad del 86% (535 Mbit/s)

### ○ Efecto dominante sobre el retardo



# SIMULACIÓN Y RESULTADOS (viii)

## □ TAMAÑO DE LA FIFO Y RETARDO



# CONCLUSIONES

- Verilog es una herramienta útil para simulaciones de alto nivel que ayuden a definir sistemas
- Permite implementaciones rápidas y sencillas

Bloque	Número de líneas
Fuente	112
Multiplexor	219
Demultiplexor	117
Analizador	52

- Soporta diferentes niveles de abstracción y por tanto se integra fácilmente en todas las etapas del diseño
- Tiempos de simulación razonables ( $3 \times 10^5$  células/hora usando Verilog-XL en una Sparc 5 con 64 Mbytes de RAM)

