

# **Implementación de Modelos de Tráfico en Redes IP**

# Índice

- ⇒ Introducción
- ✕ Redes con tecnología TCP/IP
- ☒ Definición de los modelos de tráfico
- ⌘ Herramientas software utilizadas
- ⌘ Manual de usuario de *InetTraffic*
- ⌘ Fase de pruebas
- ⌘ Conclusiones y líneas futuras

# Introducción

## Crecimiento espectacular de Internet

- Interconexión de nuevas redes
- Aumento del tráfico soportado por la red global
  - Cambio del perfil de los usuarios
  - Aparición de nuevos servicios multimedia

## Necesidad del modelado de tráfico telemático

- Diseño de redes de acceso y productos Internet
- Diseño eficiente de esquemas de control del tráfico

➔ **Objetivo:** Implementación de varios generadores de tráfico sintético en tiempo real utilizando la tecnología TCP/IP

# Redes con tecnología TCP/IP:

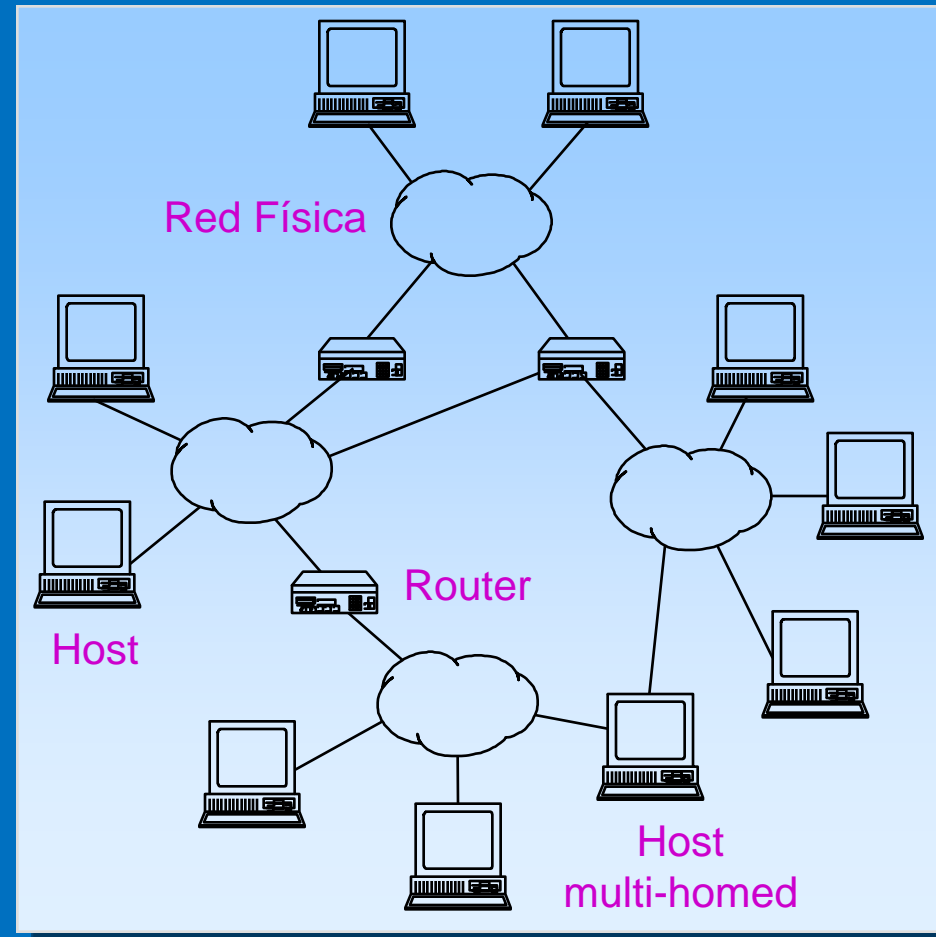
## Modelo arquitectónico

- Desarrollada durante la segunda mitad de la década de los 70
- Permite la interconexión de redes heterogéneas

### Elementos básicos:

- *Red física*
- *Router*
- *Host*

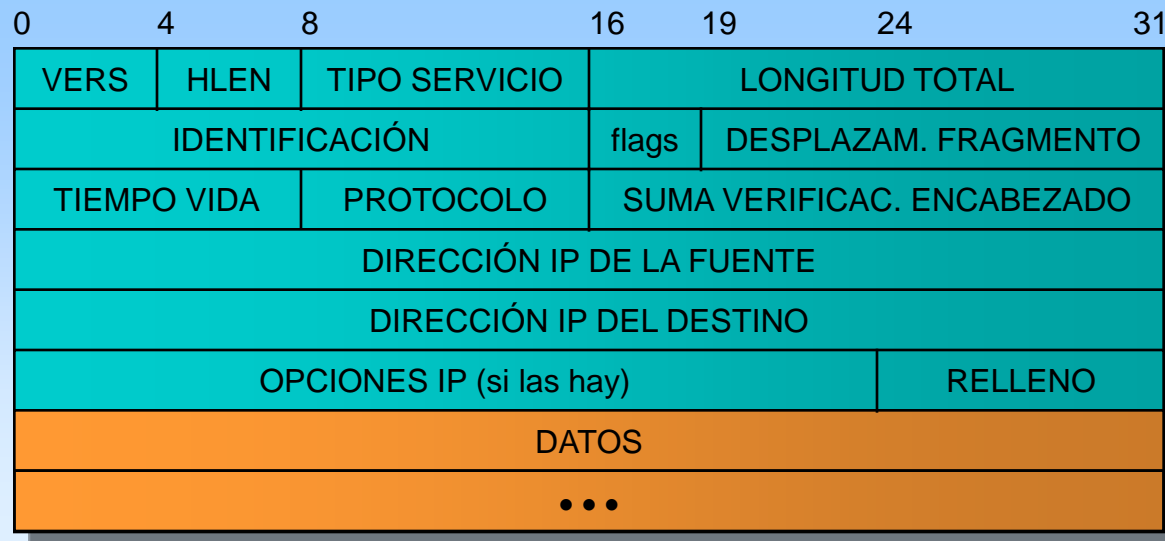
- Dirección IP ↔ Conexión red
- Transformación de direcciones IP en direcciones físicas: ARP



# Redes con tecnología TCP/IP:

## Protocolo IP

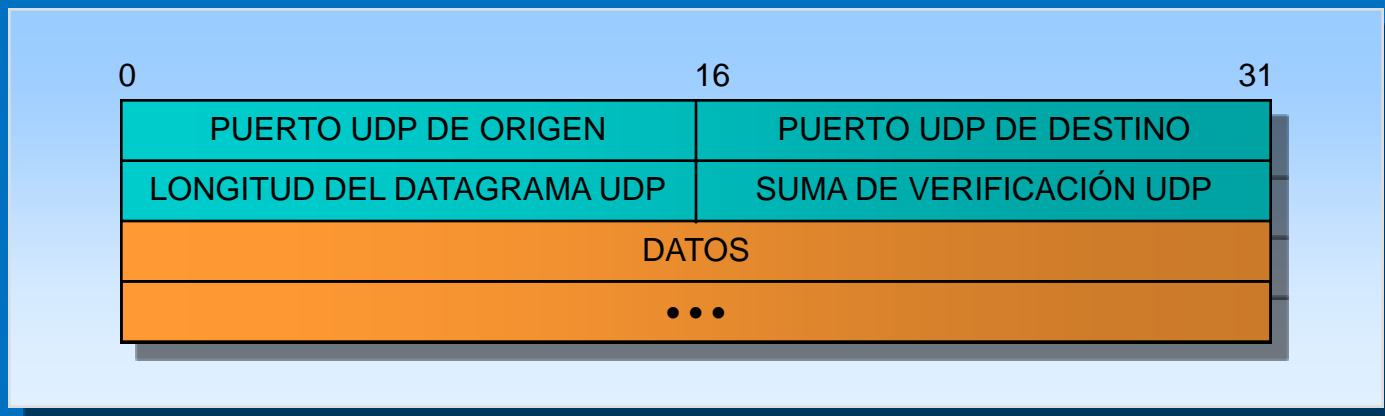
- ☞ Servicio de entrega de datagramas sin conexión, no fiable y “con el mejor esfuerzo” (*best-effort*)
- ☞ Se encarga de: definir el formato de los **datagramas IP**, realizar el encaminamiento y manejar mensajes de error y de control (ICMP)



# Redes con tecnología TCP/IP:

## Protocolo UDP

- ☞ Servicio de entrega de mensajes sin conexión y no fiable basado en el protocolo IP
- ☞ Unidad básica de transferencia: datagrama de usuario
- ☞ Utilización de puertos de protocolo para la identificación del destino final de un datagrama de usuario



# Redes con tecnología TCP/IP:

## Protocolo TCP

(1/2)

☞ Servicio de transporte de flujo fiable

☞ Unidad básica de transferencia: **segmento**

☞ Características del servicio:

- Orientado a flujo de bytes
- Flujo no estructurado
- Orientado a conexión
- Conexión *full-duplex*
- Transferencia con memoria intermedia

☞ Utilización de la conexión para la identificación del destino final de un segmento de datos

☞ Elementos para proporcionar fiabilidad:

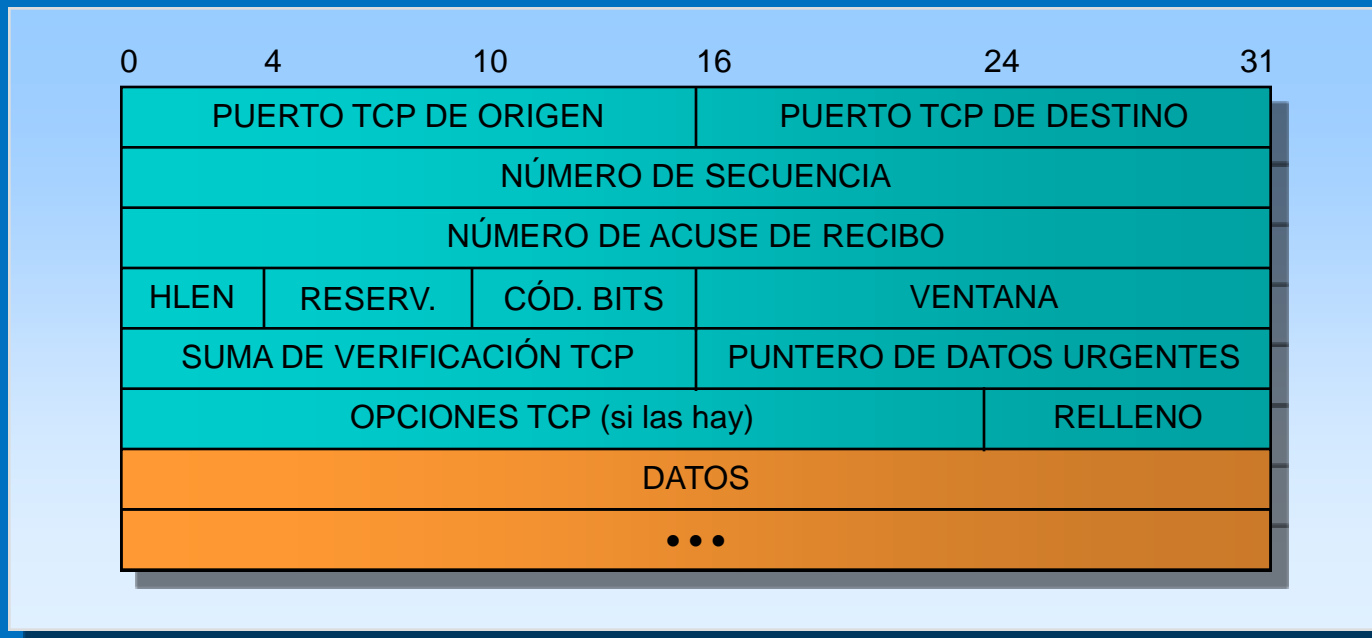
- Empleo de números de secuencia

# Redes con tecnología TCP/IP:

## Protocolo TCP

(2/2)

- Esquema de acuses de recibo acumulativos
- Mecanismo de ventana deslizante de tamaño variable
- Algoritmo adaptable de retransmisión

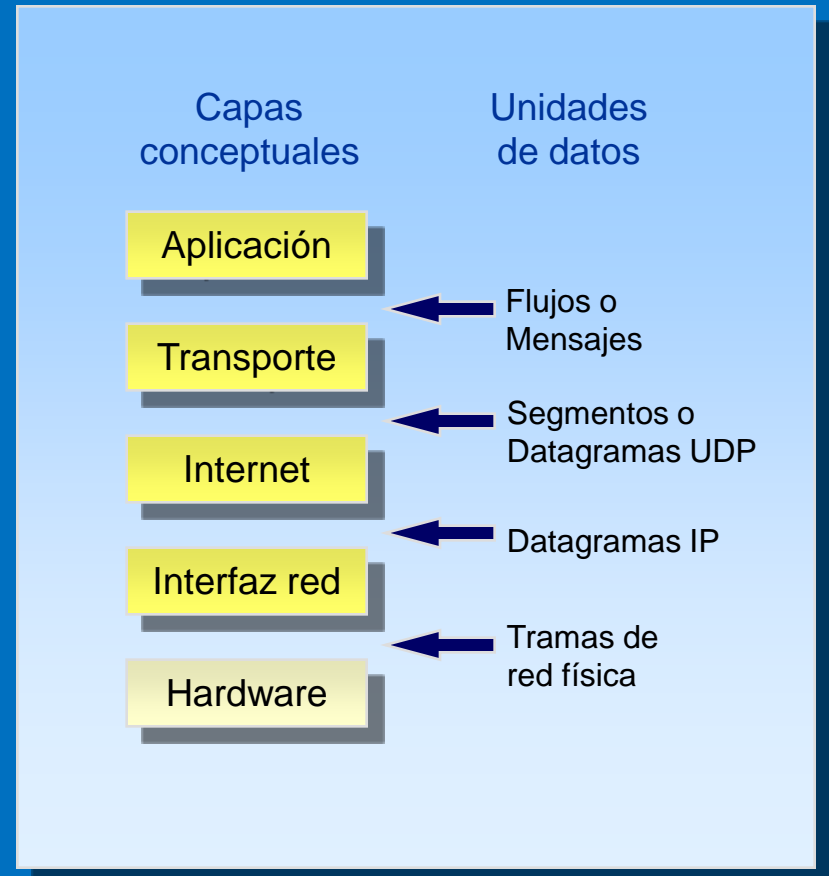




# Redes con tecnología TCP/IP:

## Estratificación por capas

- Software de protocolo dividido en varias capas para facilitar el diseño
- Modelo de interacción cliente-servidor
- Interfaz entre aplicaciones y software de protocolo dependiente del sistema operativo
- Interfaz *socket*



# Definición de los modelos de tráfico:

## Modelos implementados

 Modelo generalista:

- Modelo semi-markoviano de dos estados (UDP o TCP)

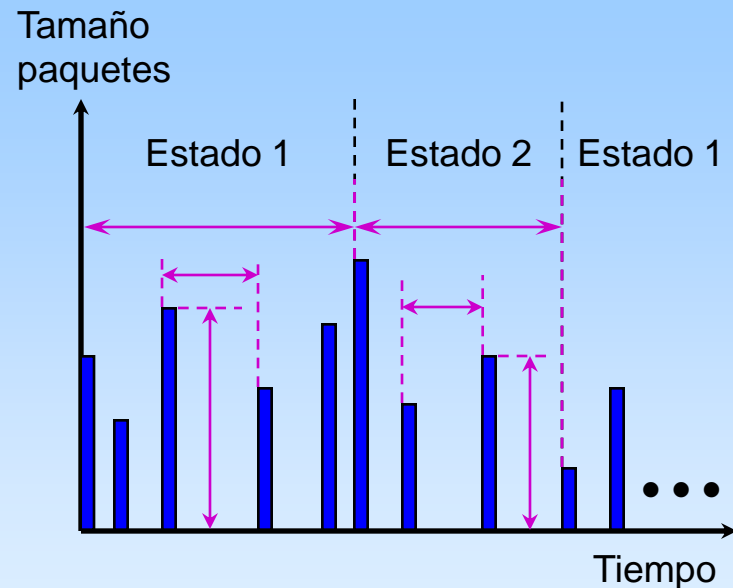
 Modelos estructurales de fuentes particulares:

- Correo electrónico (TCP)
- Tráfico WWW (TCP)
- Transferencia de ficheros (TCP)
- Tráfico de voz (UDP)
- Tráfico de vídeo (UDP)

# Definición de los modelos de tráfico:

## Modelo generalista

- Modelo generalista semi-markoviano de dos estados
- Aplicable a fuentes particulares de diversa naturaleza
- Puede englobar distintos modelos abstractos simples como: el On-Off, el IPP, el MMPP y los FRP
- Parámetros:
  - Tiempo en estado 1
  - Tiempo en estado 2
  - Tamaño de los paquetes en estado 1
  - Tiempo entre paquetes en estado 1
  - Tamaño de los paquetes en estado 2
  - Tiempo entre paquetes en estado 2
- Modelado: distribución de probabilidad



# Definición de los modelos de tráfico: Correo electrónico [Reyes'99]

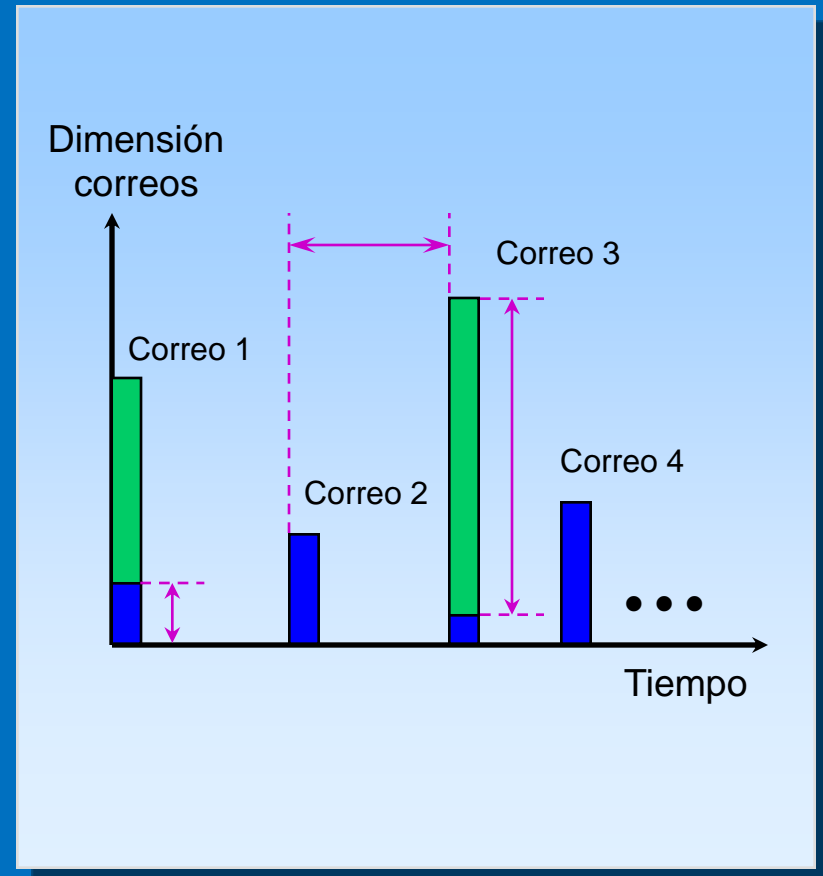
Modelo estructural específico de correo electrónico

Parámetros:

- Tiempo entre correos
- Dimensión del texto
- Probabilidad de *attach*
- Dimensión del *attach*

Modelado: distribución de probabilidad

Posibilidad de generar tráfico agregado



# Definición de los modelos de tráfico:

## Tráfico WWW [Reyes'99]

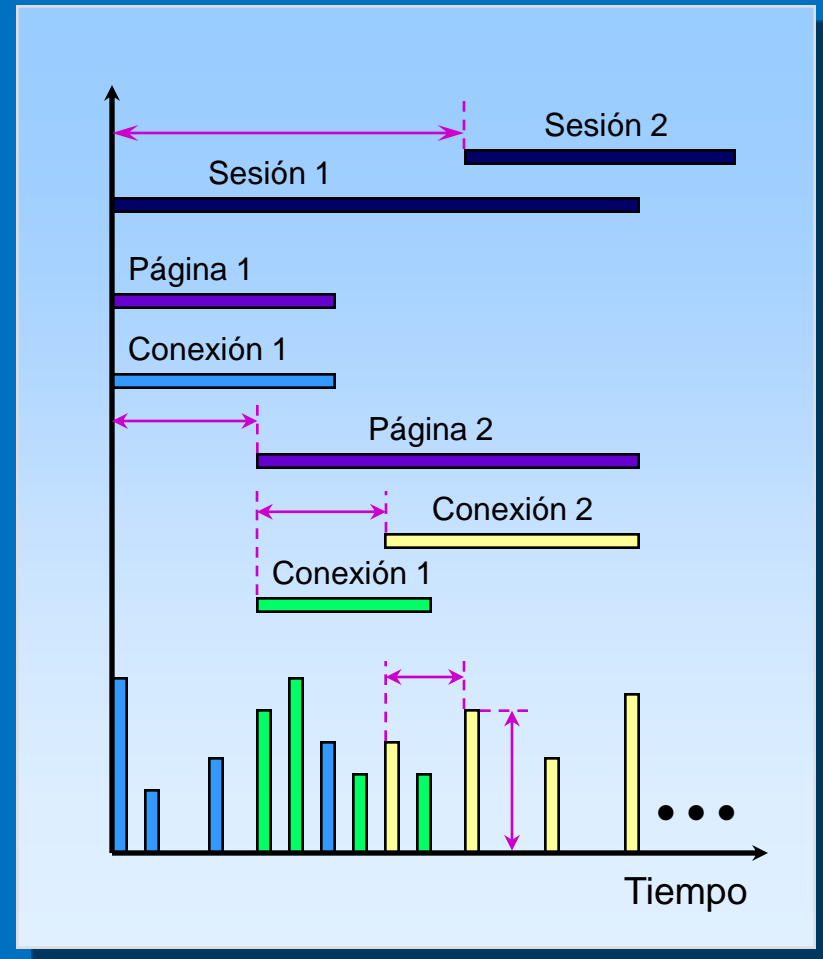
Modelo estructural específico de tráfico WWW (*World Wide Web*)

Parámetros:

- NIVEL DE SESIÓN
  - Tiempo entre inicio de sesiones
  - Número de páginas por sesión
- NIVEL DE PÁGINA
  - Tiempo entre inicio de páginas
  - Número de conexiones por página
- NIVEL DE CONEXIÓN
  - Tiempo entre inicio de conexiones
  - Número de bytes por conexión
- NIVEL DE PAQUETE
  - Tamaño de los paquetes
  - Tiempo entre paquetes

Modelado: distribución de probabilidad

Posibilidad de generar tráfico agregado



# Definición de los modelos de tráfico: Transferencia de ficheros

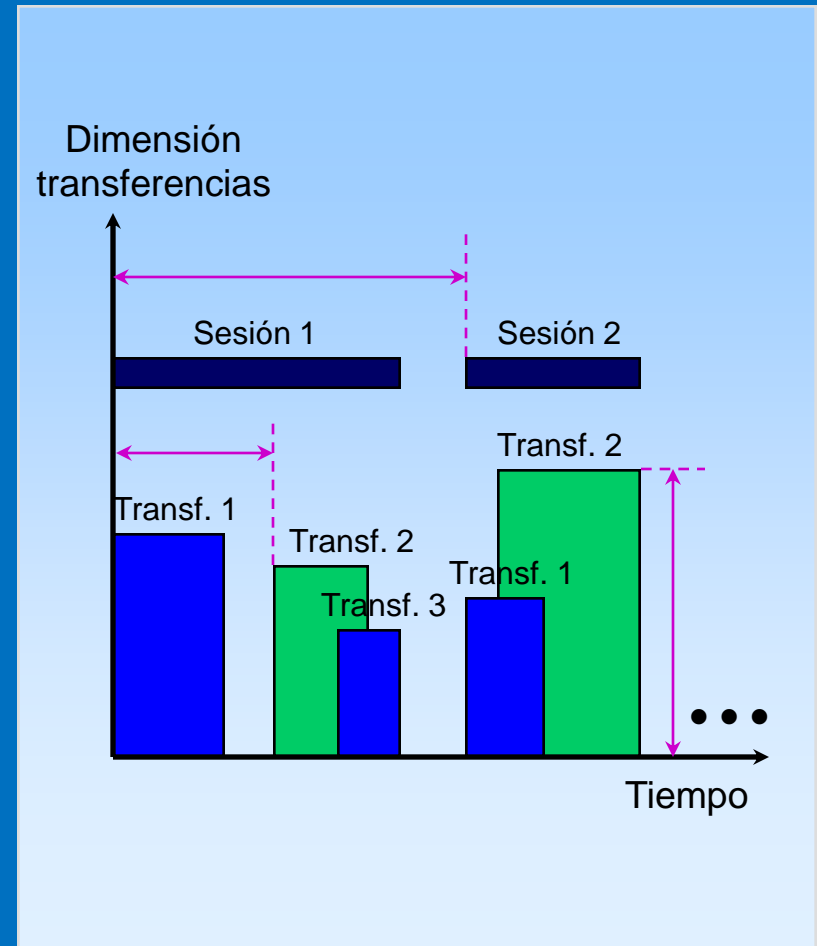
Modelo estructural específico de transferencia de ficheros

Parámetros:

- NIVEL DE SESIÓN
  - Tiempo entre inicio de sesiones
  - Número de transferencias por sesión
- NIVEL DE TRANSFERENCIA
  - Tiempo entre inicio de transferencias
  - Probabilidad de envío del cliente
  - Dimensión de las transferencias

Modelado: distribución de probabilidad

Posibilidad de generar tráfico agregado



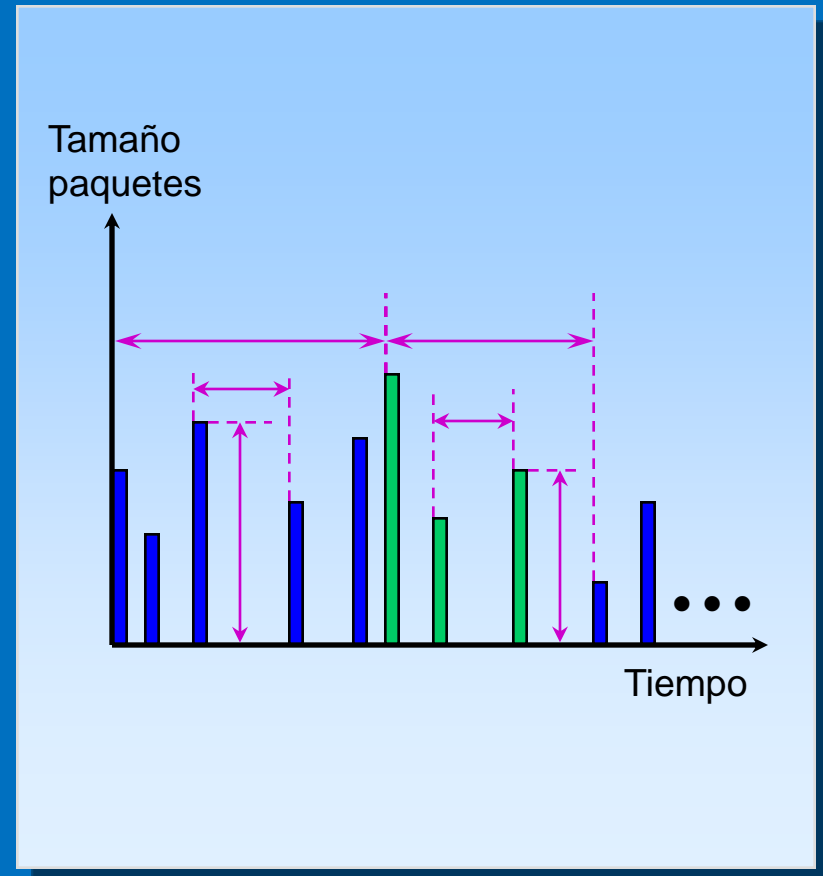
# Definición de los modelos de tráfico:

## Tráfico de voz

- Modelo estructural específico de tráfico de voz
- Comunicación dúplex
- Parámetros de cada extremo:

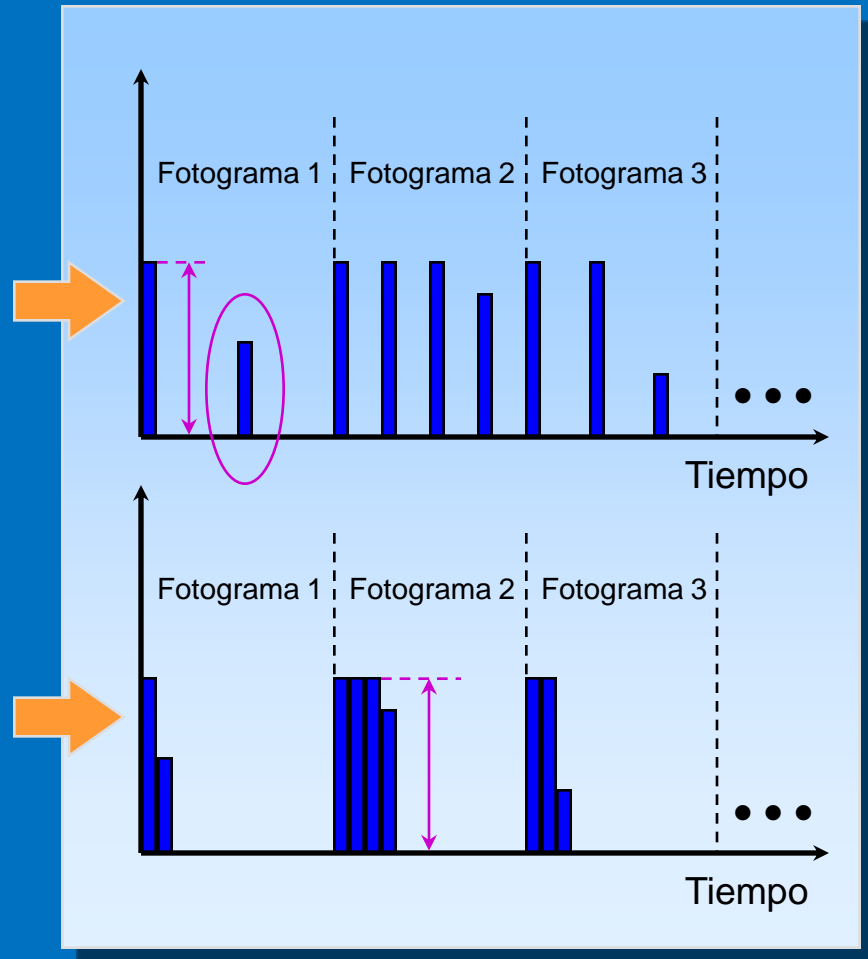
- Tiempo de emisión
- Tamaño de los paquetes
- Tiempo entre paquetes

- Modelado: distribución de probabilidad



# Definición de los modelos de tráfico: Tráfico de vídeo (1/2)

- ❏ Modelo estructural específico de tráfico de vídeo
- ❏ Parámetros:
  - Tamaño de los fotogramas
  - Fotogramas por segundo
  - Tamaño del paquete
  - Distribución del fotograma
- ❏ Modelado: distribución de probabilidad, fichero de texto, modelo AR(N) o segmentación del GOP





# Definición de los modelos de tráfico:

## Tráfico de vídeo (2/2)

Proceso autorregresivo de orden  $N$ :

$$X_{AR}[n] = A_0 + \sum_{i=1}^N A_i \cdot X_{AR}[n-i] + B \cdot w[n]$$

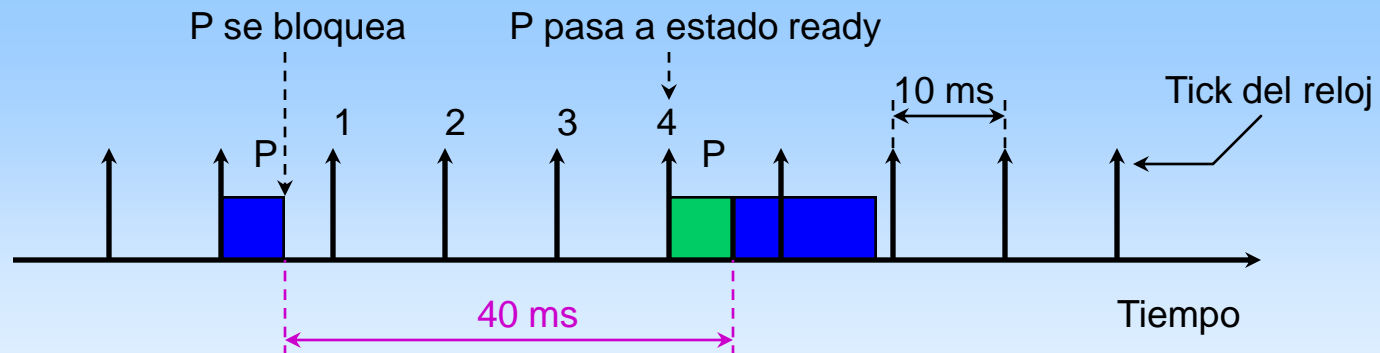
Modelo de segmentación del GOP (estándar MPEG):

- Fotogramas de tipo I, P y B en una estructura denominada GOP. El tamaño de un GOP es  $N_B$ .
- Modelado del tamaño de un GOP: distribución de probabilidad, fichero  $gopsize.dat$ .
- División del tamaño de cada GOP entre los fotogramas que lo componen en función del peso relativo estimado para cada tipo de fotograma:  $\eta_I$ ,  $\eta_P$  y  $\eta_B$ .

$$\eta_I + N_P \cdot \eta_P + N_B \cdot \eta_B = 1$$

# Herramientas software utilizadas (1/2)

- Conjunto de aplicaciones implementado en lenguaje C y compatible con los sistemas operativos Unix y Linux
- Interfaz *socket*
- Funciones de tiempo: *gettimeofday*, *select* y *setitimer*
  - La precisión obtenida no es de microsegundos, sino menor,



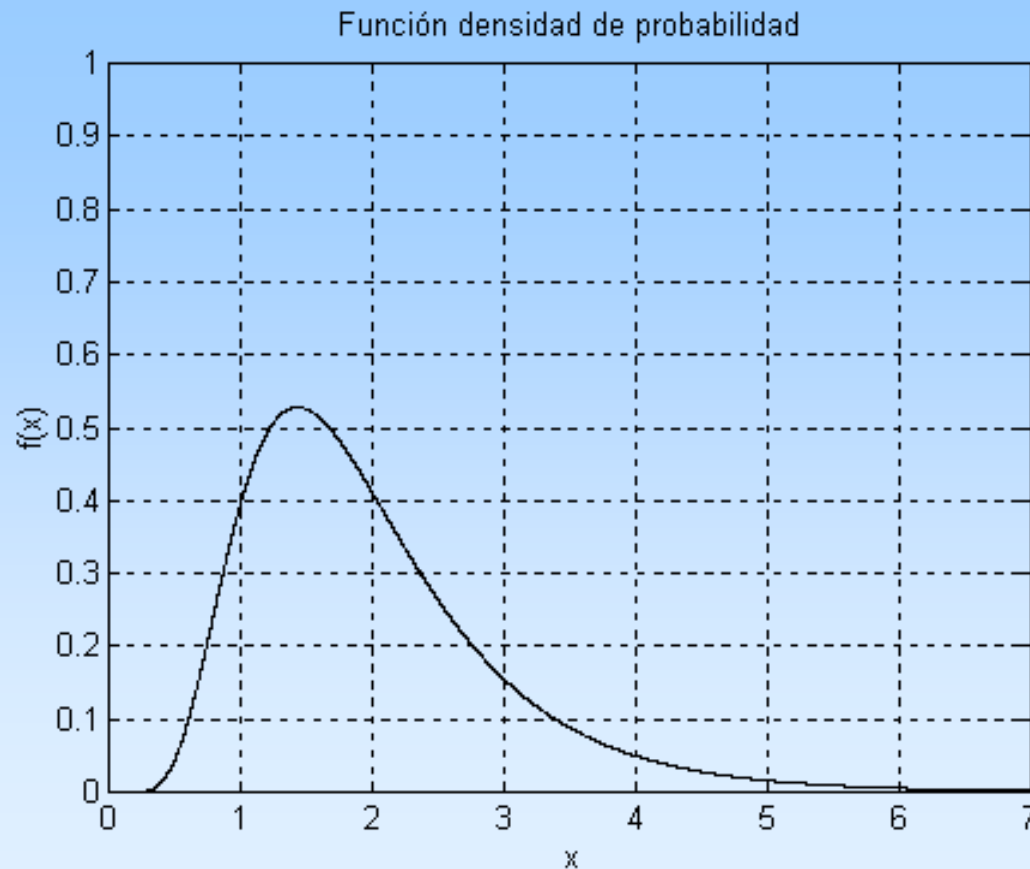
# Herramientas software utilizadas (2/2)

- 📄 Creación de procesos: *fork*
- 📄 Generación de variables aleatorias: *srand* y *rand*
- 📄 Mecanismos de comunicación entre procesos (tuberías sin nombre): *pipe*, *write*, *read* y *close*
- 📄 Mecanismos de sincronización entre procesos (semáforos): *semget*, *semctl* y *semop*
- 📄 Tratamiento de señales (*SIGINT* y *SIGALRM*): *signal* y *pause*
- 📄 Funciones para realizar salto incondicional: *sigsetjmp* y *siglongjmp*

# Manual de usuario de *InetTraffic*

## Características generales

(1/2)



MAIL, WWW,

$$n = 3$$

$$\mu = 2$$

$$\sigma = 1$$

$$z = 4$$

$$P_1 = 0.3$$

$$P_2 = 0.5$$

$$P_3 = 0.2$$

# Manual de usuario de *InetTraffic*

## Características generales

(2/2)

- El conjunto de aplicaciones contiene tres constantes enteras que pueden ser modificadas por el usuario: *MAXPAQUUDP*, *MAXPAQTCP* y *MAXBLOQUE*
- Los comandos de los ficheros de entrada de datos permiten especificar:
  - El idioma a utilizar (español o inglés) en los mensajes mostrados en pantalla
  - El tiempo de simulación
  - La semilla para la generación de números aleatorios
  - El nombre del fichero de resultados
  - El protocolo de transporte a utilizar (UDP o TCP)
  - La dirección IP del servidor
  - El puerto UDP o TCP asociado al servidor

# Fase de pruebas

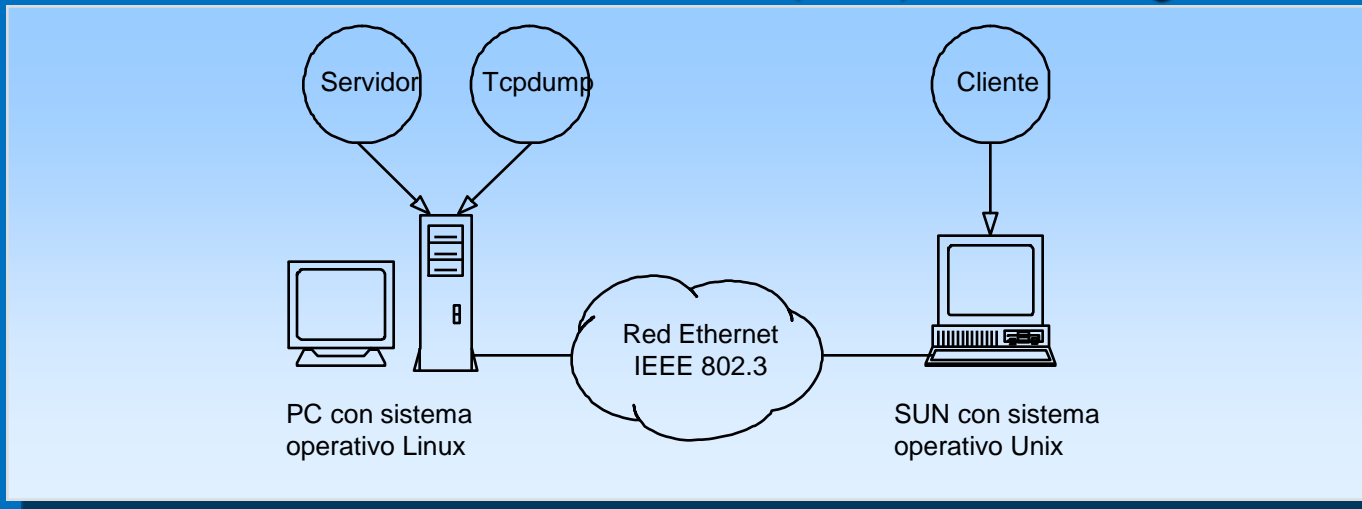
## Generalidades

### Herramientas para la realización de las pruebas:

- Programas en Matlab
- Herramienta de captura de tráfico: Tcpdump

### Pruebas:

- Simulaciones en un *host* individual
- Simulaciones en una red de área local (LAN) con tecnología TCP/IP



# Fase de pruebas

## *GENER, host individual*

(1/2)

IDIOMA: Castellano  
TIEMPO\_SIMULACION: 900  
FICHERO\_RESULTADOS: sim/gen2.ser  
PUERTO\_SERVIDOR: 6000  
PROTOCOLO: TCP  
SEMILLA: 3

TIEMPO\_ESTADO1: Exponencial  
Media 2

TIEMPO\_ESTADO2: Pareto  
Media 1  
Alfa 8.7

TAM\_PAQUETES\_ESTADO1: Uniforme  
A 100  
B 1100

TIEMPO\_ENTRE\_PAQUETES\_ESTADO1: Gamma  
Media 0.05  
Desv\_tipica 0.04

TAM\_PAQUETES\_ESTADO2: Normal  
Media 600  
Desv\_tipica 100

TIEMPO\_ENTRE\_PAQUETES\_ESTADO2: Lognormal  
Media 0.025  
Desv\_tipica 0.03

# Fase de pruebas

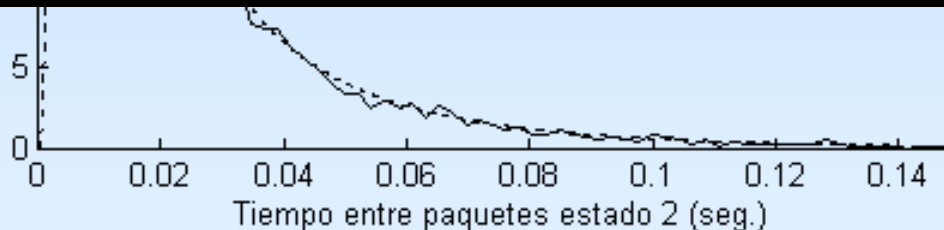
## *GENER, host individual*

(2/2)

Función densidad de probabilidad

45

Parámetros del modelo de tráfico	Media elegida	Desv. típica elegida	Media obtenida	Desv. típica obtenida
Tiempo en estado 1 (seg.)	2	2	2.0388	2.0022
Tiempo en estado 2 (seg.)	1	1.13952	0.9179	1.4208
Tamaño paquetes estado 1 (bytes)	600	288.675	597.9963	288.728
Tiempo entre paquetes estado 1 (seg.)	0.05	0.04	0.049	0.0389
Tamaño paquetes estado 2 (bytes)	600	100	599.7006	99.5586
Tiempo entre paquetes estado 2 (seg.)	0.025	0.03	0.0242	0.0277





# Fase de pruebas

## WWW, red de área local

(1/2)

IDIOMA: Castellano  
TIEMPO\_SIMULACION: 700  
FICHERO\_RESULTADOS: sim/www2.ser

CONEXIONES\_POR\_PAGINA: Determinista  
Valor 3

BYTES\_POR\_CONEXION: Pareto\_Trunc  
Media 4368  
Alfa 1.95  
Maximo 10000

SIMULACION\_CANAL: ON

TAM\_CTE\_PAQUETES\_PAGINA: OFF

TAM\_PAQUETES: Multimodal  
Numero\_de\_modas 3  
Valores 512, 536, 1460  
Probabilidades 0.1757, 0.1873, 0.6370

TIEMPO\_ENTRE\_PAQUETES: Exponencial  
Media 0.075

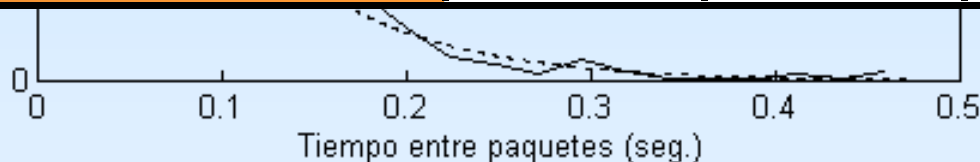
# Fase de pruebas

WWW, red de área local

(2/2)

Función densidad de probabilidad

Parámetros del modelo de tráfico	Media elegida	Desv. típica elegida	Media obtenida	Desv. típica obtenida
Número de páginas por sesión	100	0	100	0
Tiempo entre inicio páginas (seg.)	6	0	5.9992	$546.55 \cdot 10^{-6}$
Número de conexiones por página	3	0	3	0
Tiempo entre inicio conexiones (seg.)	2	0	1.9992	$713.3 \cdot 10^{-6}$
Número de bytes por conexión	4368	$\infty$	2837.7	3021.9
Tamaño paquetes (bytes)	1120.37	449.96	910.4866	498.9647
Tiempo entre paquetes (seg.)	0.075	0.075	0.0787	0.0757



# Conclusiones y líneas futuras

- ☞ Se ha implementado una herramienta de generación de tráfico sintético en tiempo real
- ☞ Disponibilidad de una mayor flexibilidad en el modelado de los parámetros:
  - Modelos de dependencias a corto plazo: modelos markovianos, filtros ARMA y procesos TES
  - Modelos de dependencias a largo plazo: modelos FGN y FARIMA
- ☞ Utilización de otros interfaces de comunicaciones:  
*Winsock, sockets* en Java
- ☞ Mejora del interfaz de usuario: entorno gráfico