

Simulación

Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 4º

Simulación: Introducción

¿ Cómo evaluar un sistema ?

- Medirlo (experimentos)
 - ¿Y si no existe?
 - ¿Y si es muy caro o costoso hacer cambios en él?
(para preguntas “what if”)
- Análisis matemático
 - Solo para sistemas simples
 - Sistemas reales son complejos
- Simulación
 - Reconstruir el comportamiento del sistema en un programa
- Emulación
 - Reproducir el comportamiento mediante un programa

Simulación

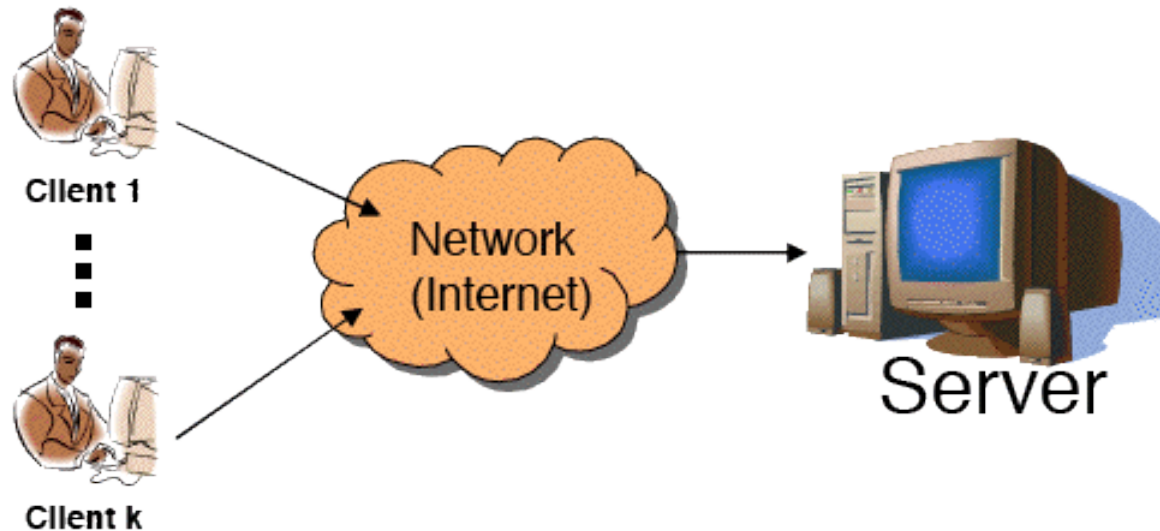
- Imitar el funcionamiento de un sistema real con el tiempo
- Esto no es nuevo...
- Trataremos simulaciones informáticas



- Se necesita un *modelo* del sistema real
- Se genera una historia artificial de sucesos en el sistema y sus repercusiones
- Se obtienen medidas de prestaciones
- Si el modelo es muy simple se puede resolver matemáticamente
- Modelos realistas suelen ser demasiado complejos para una solución analítica

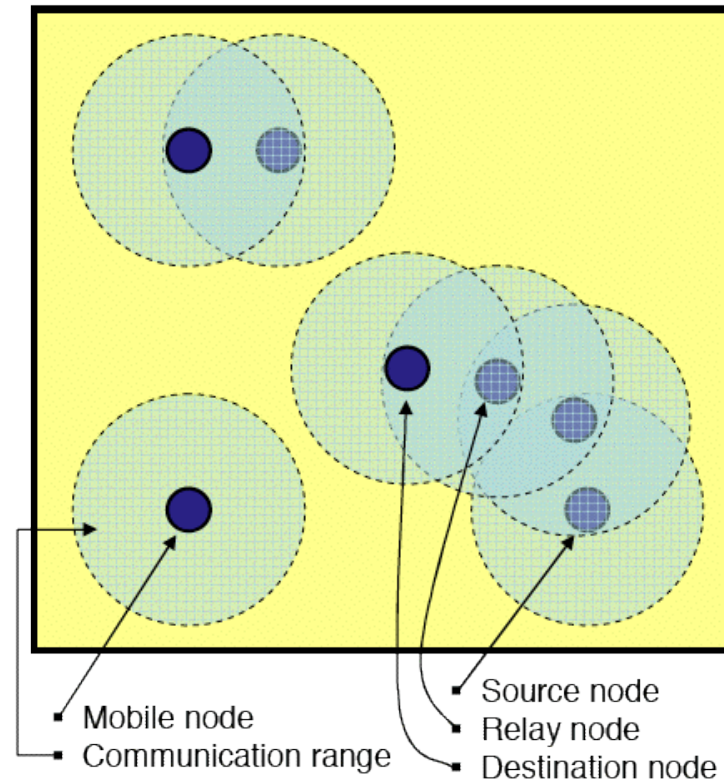
Ejemplo

- Clientes solicitan un servicio a través de una red
 - Clientes: usuario y navegador web
 - Servidor: servidor web
 - Servicio: entrega de página web
 - Red: Internet
- Analizar el rendimiento del servidor y de la red



Ejemplo

- Mobile Ad-hoc NETwork (MANET)
- Dos nodos se pueden comunicar sí están dentro del alcance
- Los nodos pueden reenviar tráfico de otros
- Se mueven
- Modelar su movimiento
- Modelar el tráfico
- Resultados: prestaciones



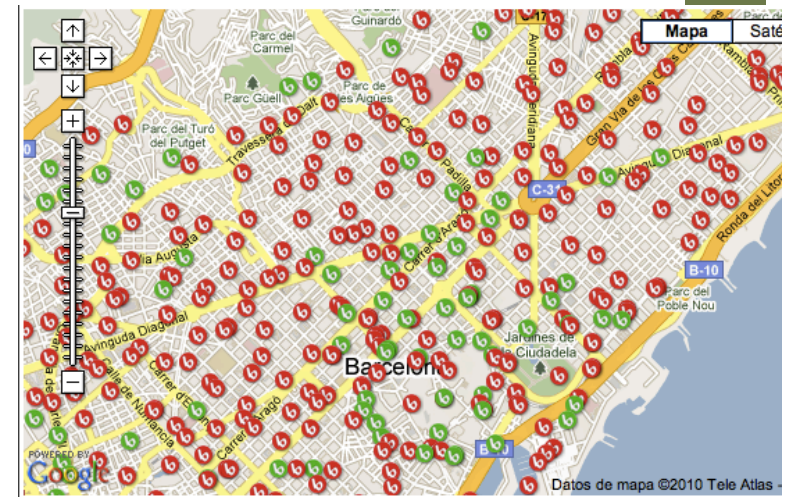
Ejemplo

Servicio

- Servicio de alquiler de bicicletas
- Usuario recoge una bici en una estación y la devuelve en otra (o la misma) tras un tiempo

Dimensionar el negocio

- Cuántos huecos en cada parada?
- Cuántas bicicletas?
- Dónde comienzan el día?
- Hacer redistribución durante el día de las bicis?
- Si nos equivocamos el usuario no tiene bici para coger en la parada
- o no tiene dónde depositarla en el destino
- Un cambio en los parámetros requiere rediseñar las estaciones, comprar bicis, etc.



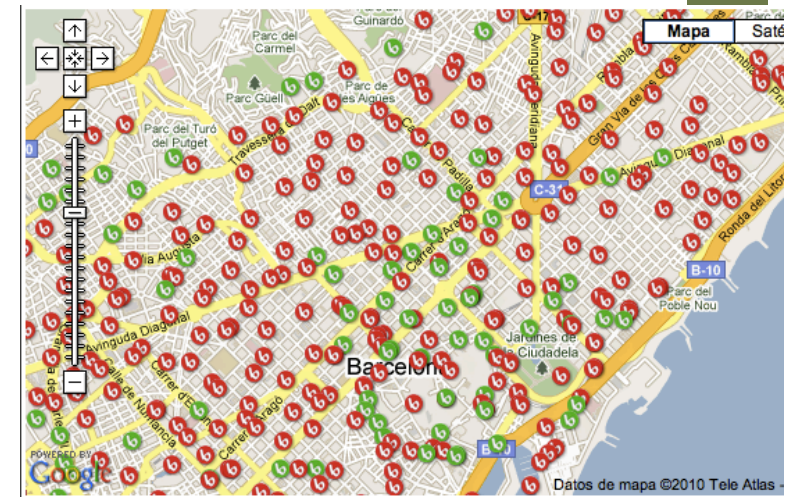
Ejemplo

Servicio

- Servicio de alquiler de bicicletas
- Usuario recoge una bici en una estación y la devuelve en otra (o la misma) tras un tiempo

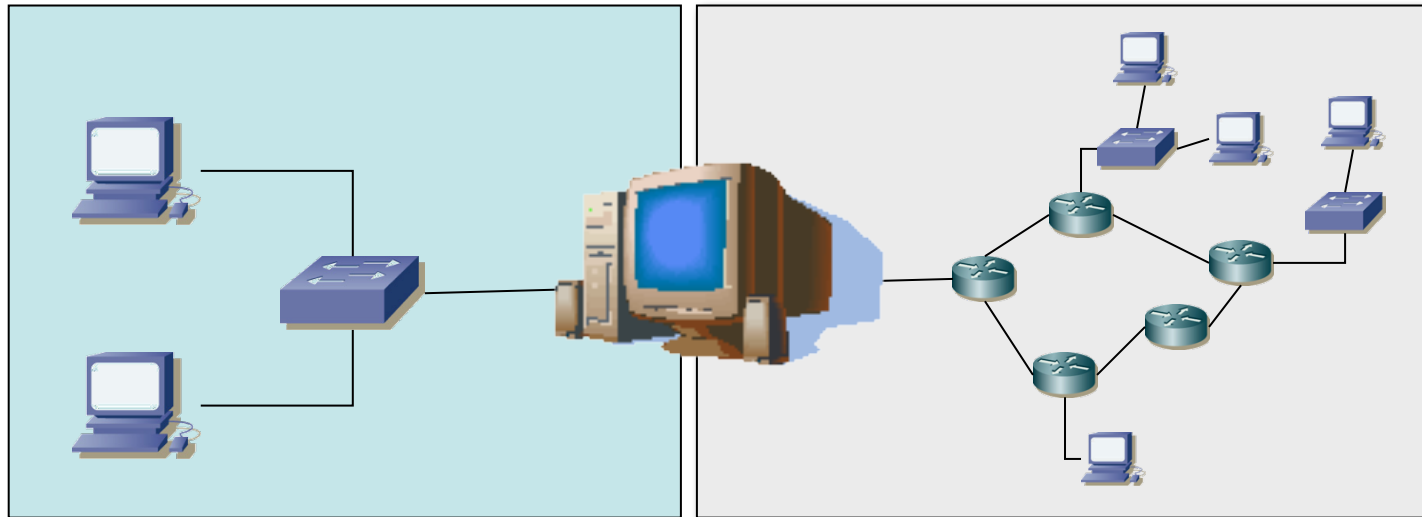
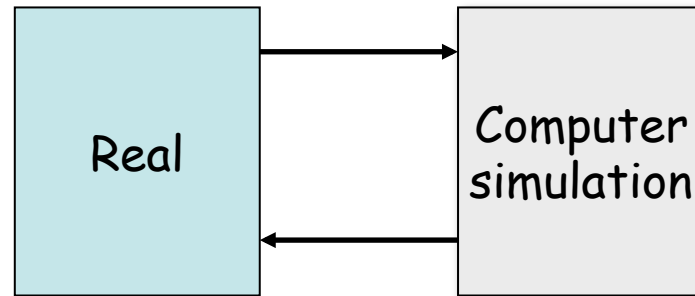
Simulación

- Modelar el comportamiento del usuario:
 - Dónde y cuándo recoge la bici
 - Cuánto tiempo usa la bici
 - Dónde la devuelve
- Sistema dinámico, obtener:
 - Probabilidad de que un usuario no encuentre bici
 - Probabilidad de que no tenga dónde devolverla
 - Estimación de beneficios
 - Cómo mejoran ante diferentes parámetros (nº bicis, slots por parada, etc)



Simulation & Emulation

- La emulación obtiene eventos del sistema real
- Devuelve eventos tras una simulación de lo que les ha sucedido
- Esos eventos de salida deben producirse en el instante real que les corresponda



Modelado del sistema para simulación

Componentes de la simulación

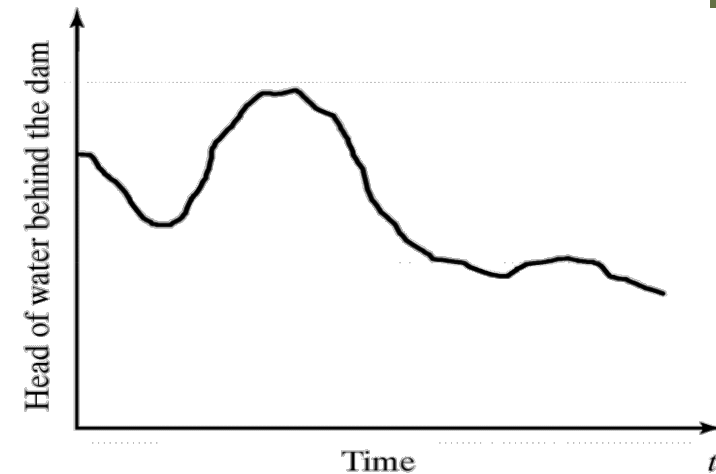
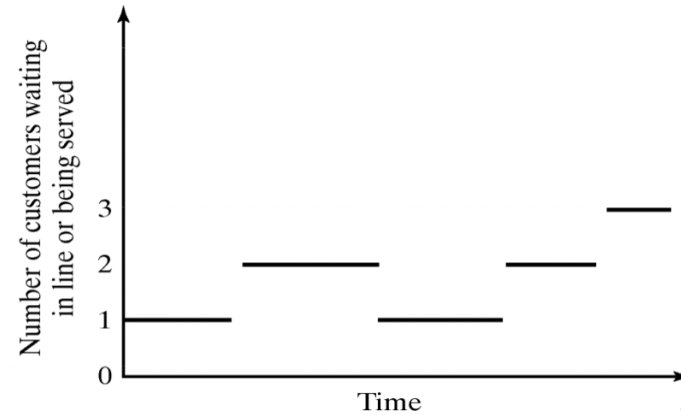
- Sistema (*system*)
 - Grupo de objetos con una interacción o interdependencia orientada hacia un propósito
- Componentes
 - Entidad (*entity*)
 - Un objeto de interés en el sistema
 - Atributo (*attribute*)
 - Propiedad de una entidad
 - Actividad (*activity*)
 - Un periodo de tiempo de una longitud especificada
- Ejemplo: Sucursal de un banco
 - Los clientes podrían ser entidades
 - Su saldo en cuenta sería un atributo
 - Hacer depósitos una actividad

Estado del sistema

- Grupo de variables necesarias para describir el sistema en un momento cualquiera, en relación con los objetivos del estudio
- Ejemplo: banco
 - Número de cajeros ocupados
 - Número de clientes esperando en cola
 - Instante en que llegará el siguiente cliente
- **Evento:** suceso instantáneo que puede cambiar el estado del sistema (endógenos o exógenos)
- Ejemplo:
 - Llegada de un nuevo cliente (exógeno)
 - Cliente termina de ser atendido (endógeno)

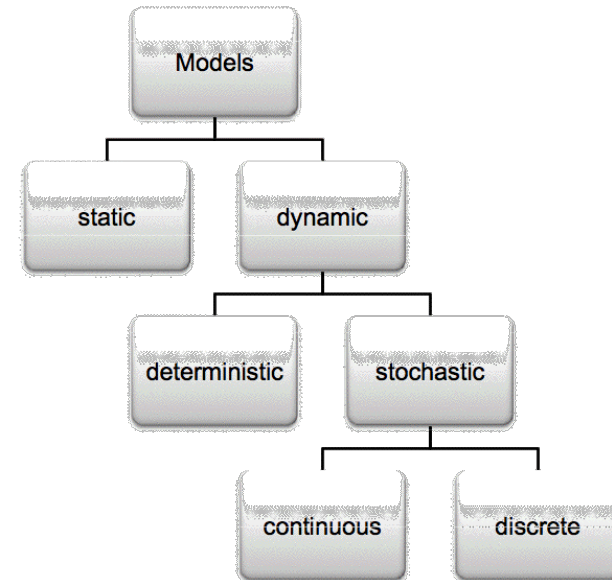
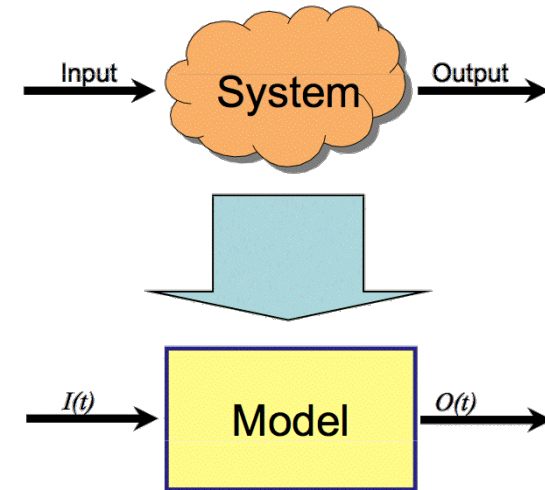
Tipos de sistemas

- Discretos o continuos
- Difícil ser solo de un tipo pero normalmente suelen predominar los cambios de uno de los dos tipos
- Sistema **discreto**
 - Las variables de estado cambian solo en un conjunto discreto de puntos en el tiempo
 - Ejemplo: banco con llegadas y salidas
- Sistema **continuo**
 - Las variables de estado cambian de forma continua con el tiempo
 - Ejemplo: nivel de agua en un pantano



Modelo del sistema

- Representación de un sistema para estudiarlo
- Simplifica el sistema
- Considera solo los aspectos que afectan al problema en estudio
- Debe ser lo suficientemente detallado para poderse obtener conclusiones que apliquen al sistema real
- Tipos:
 - Matemático/Físico
 - Estático (Monte Carlo)/Dinámico
 - Determinista/Estocástico
 - Discreto/Continuo
- Nos interesan los estocásticos, dinámicos y discretos.



Simulation table

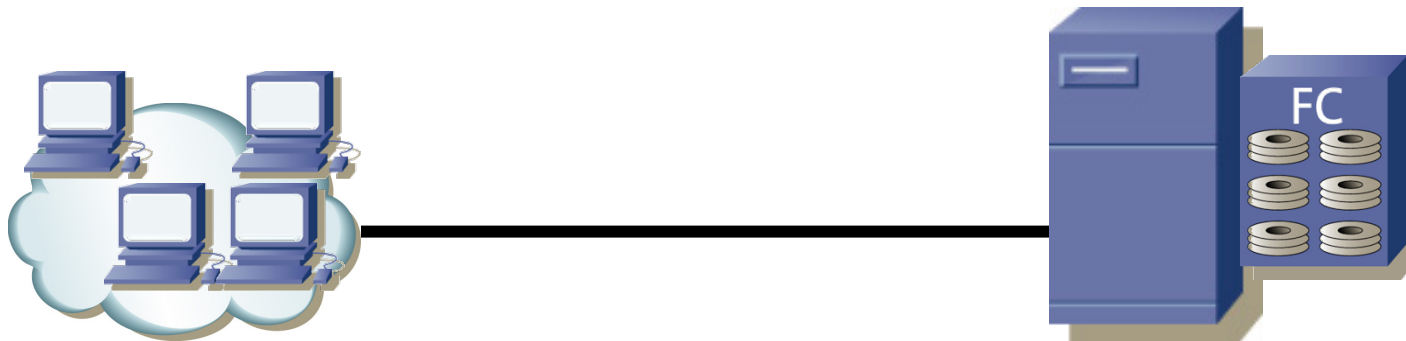
- Método para seguir el estado del sistema con el tiempo
- Metodología
 1. Determinar las características de los *inputs* a la simulación (normalmente distribuciones de probabilidad)
 2. Construir una tabla de simulación
 3. Para cada iteración i generar un valor de cada uno de los p *inputs* y evaluar la función calculando la respuesta y_i que normalmente depende de los *inputs* y de respuestas previas
- Tabla:
 - p inputs x_{ij} , $j = 1, 2, \dots, p$
 - Una respuesta y_i
 - Para cada iteración i

Repetitions	Inputs						Response
	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{ip}	y_i
1							
2							
3							
...							
n							

Ejemplo de simulación mediante tabla

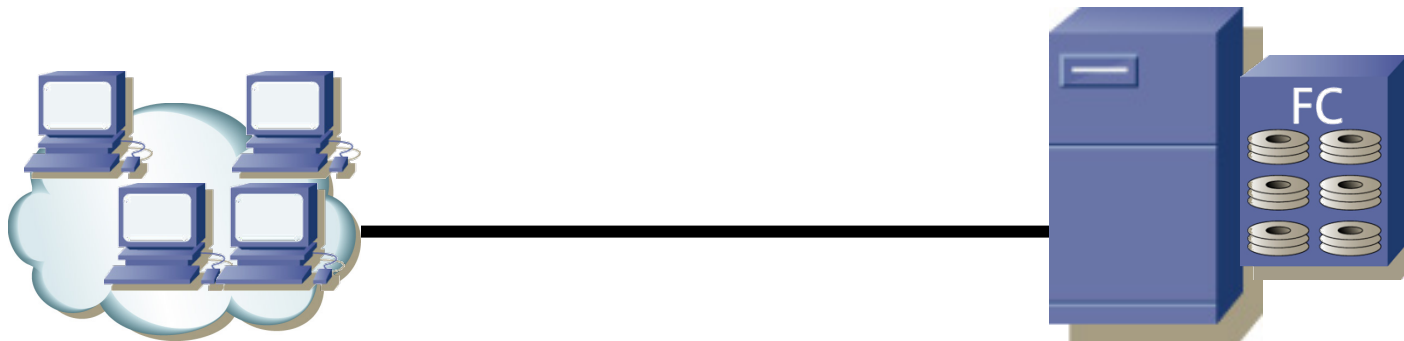
Ejemplo: Servidor Web

- Un servidor web *single-threaded*
- Recibe peticiones de ficheros que debe obtener del disco duro
- El S.O. atiende las peticiones en serie, completando una antes de atender la siguiente
- Si el disco está ocupado, el hilo del servidor web se bloqueará a la espera de que el disco finalice
- El disco es capaz de servir datos a 80 Mbps (aprox. 10MBps)



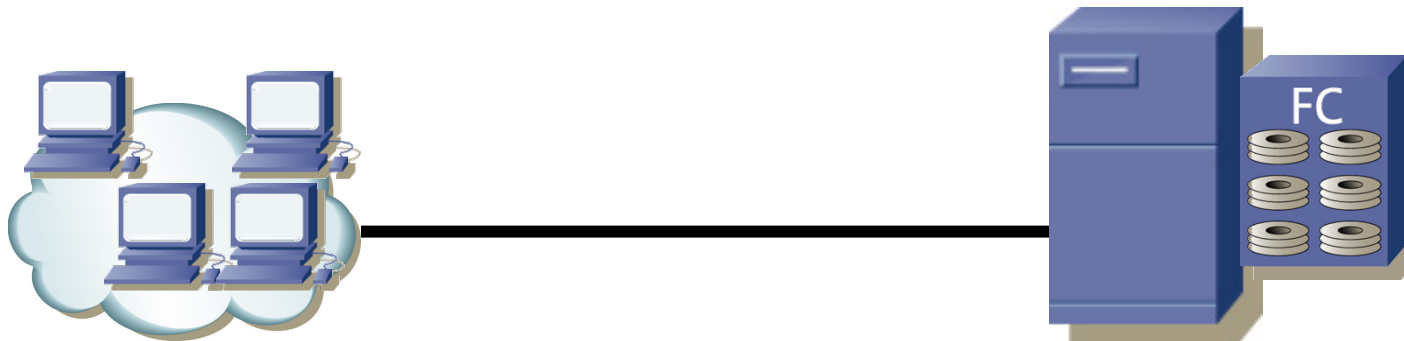
Ejemplo: Servidor Web

- Número infinito de clientes (las llegadas no cambian porque estemos atendiendo a alguno)
- Entre cada par de peticiones consecutivas pasa un tiempo aleatorio (uniforme) entre 10 y 90 milisegundos
 - Media 50 mseg \Rightarrow 20 peticiones/seg
- Independientes
- Los ficheros que se solicitan son de entre 100 y 500 KBytes (igual probabilidad, independientes)
 - Media 300 KBytes \approx 2.4 Mbits/petición
- En media se solicitan 48 Mbps
- Caso peor: 500 KBytes a 80 Mbps \Rightarrow 51 mseg $>$ 10 mseg
- Se formará una cola de peticiones en el servidor



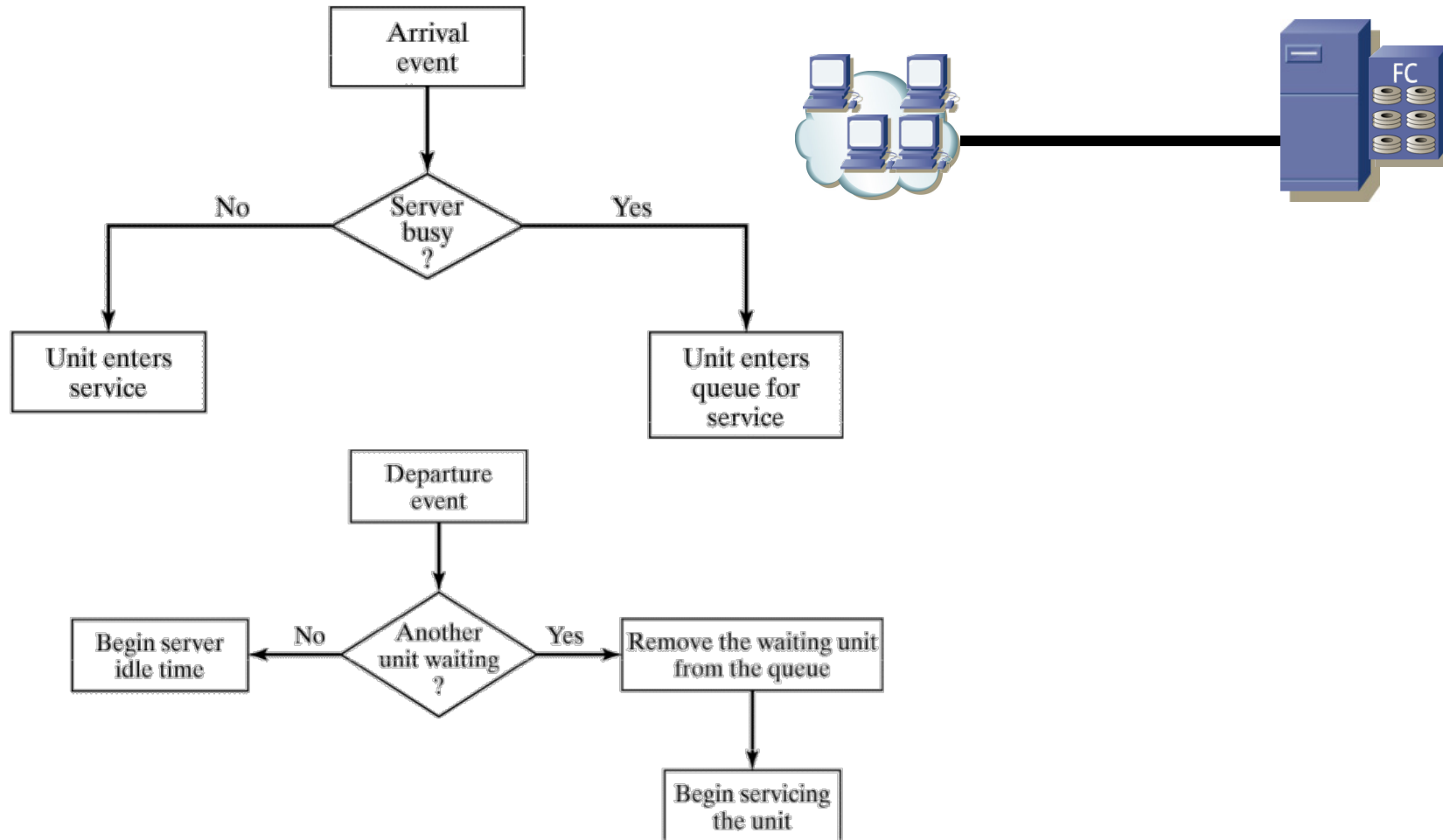
Ejemplo: Servidor Web

- Más hipótesis:
 - Ignoramos los efectos de la red
 - Servidor no es multi-hilo
 - El disco no atiende a varias peticiones a la vez
 - No contamos tiempos de búsqueda en el disco
 - Puede mantener a la espera tantas peticiones como necesite
- Preguntas:
 - ¿ Cuántas peticiones tienen que esperar a que se atienda otra ?
 - ¿ Cuánto tiene que esperar un usuario a que empiecen a servirle el fichero que ha solicitado ? ¿ Caso peor ? ¿ Media ? ¿ El 95% ?
 - ¿ Cuánto podría aumentar la carga y seguir “funcionando” el sistema ?
 - ¿ Qué velocidad de discos se necesita para una “calidad” ojetivo ?



Ejemplo: Servidor Web

- Pregunta simple: ¿ Cuánto tiene que esperar un usuario a que empiecen a servirle el fichero que ha solicitado ?



Ejemplo: Servidor Web

min_tinter:	10 msec		
max_tinter:	90 msec	t_espera_media	12,21
min_tam:	1 x100 KB		
max_tam:	5 x100 KB		
vel_disco	80 Mbps		

tinter (msec)	tam (KB)	t_servir (msec)	t_lleg(msec)	t_salida(msec)	t_espera(msec)
66,59	330,00	33,79	66,59	100,38	0,00
63,13	400,00	40,96	129,71	170,67	0,00
54,09	384,00	39,32	183,80	223,12	0,00
66,19	126,00	12,90	249,99	262,89	0,00
13,20	236,00	24,17	263,19	287,35	0,00
75,12	192,00	19,66	338,30	357,96	0,00
70,27	273,00	27,96	408,57	436,53	0,00
34,62	312,00	31,95	443,19	475,14	0,00
89,16	398,00	40,76	532,35	573,11	0,00
65,41	252,00	25,80	597,76	623,57	0,00
68,30	244,00	24,99	666,06	691,05	0,00
12,89	171,00	17,51	678,95	708,56	12,10

Ejemplo: Servidor Web

- ¿ Es realista el modelo de usuario ?
 - ¿ Uniforme el tiempo entre llegadas?
 - ¿ Y peticiones a ráfagas? (html + imágenes)
 - ¿ Ficheros tamaños uniformes?
 - ¿ A partir de cuántos usuarios es razonable suponer una población “infinita”?
- ¿ De verdad puedo ignorar la red ?
 - ¡ Es un flujo en media de 48 Mbps y con picos de 240 Mbps !
 - TCP: RTT, pérdidas, control de flujo

