

INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN

La Simulación es una técnica de análisis de sistemas:

- Útil cuando no existe un sistema para medir
- Permite mayor nivel de detalle que el modelado analítico
- Construido el modelo es fácil el estudio de alternativas

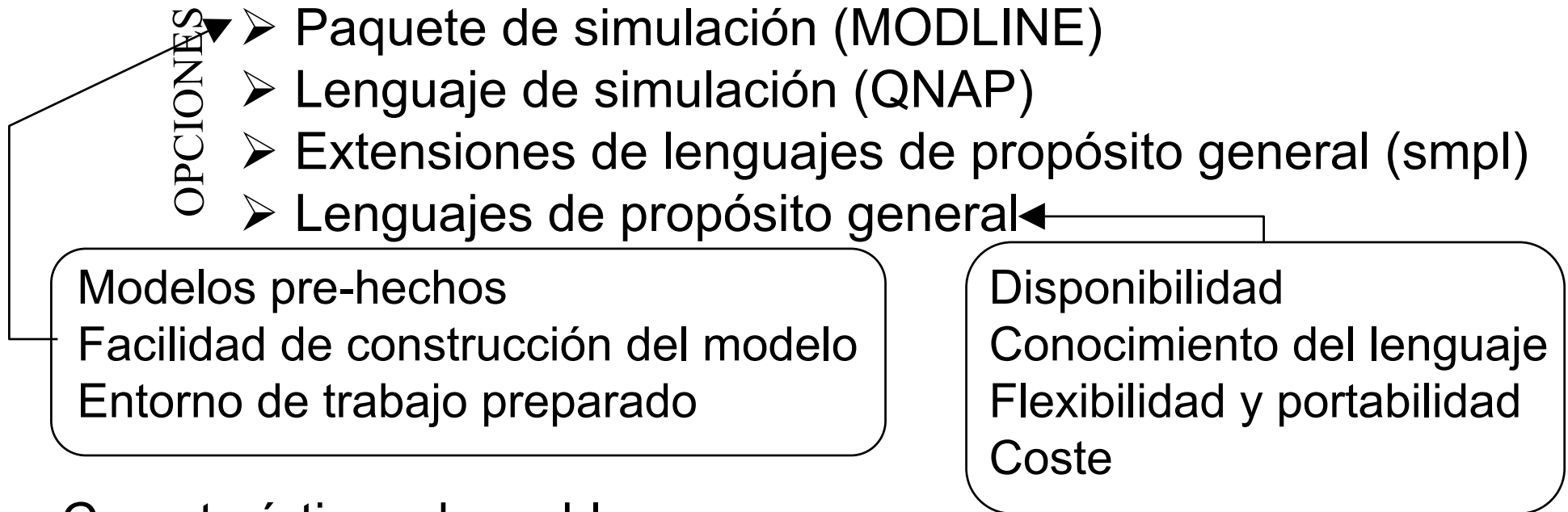
Es una técnica con una metodología propia

Errores frecuentes:

- Inapropiado nivel de detalle
- Lenguaje inapropiado
- Modelos No verificados
- Modelos No válidos
- Simulaciones demasiado cortas
- Manejo inadecuado de las condiciones iniciales
- Generador de números aleatorios pobre
- Semilla inadecuada

INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN

Selección de un Lenguaje de Simulación



Características deseables:

- Generales.- Flexibilidad y facilidad en el desarrollo de modelos
- Animación.- Visualización

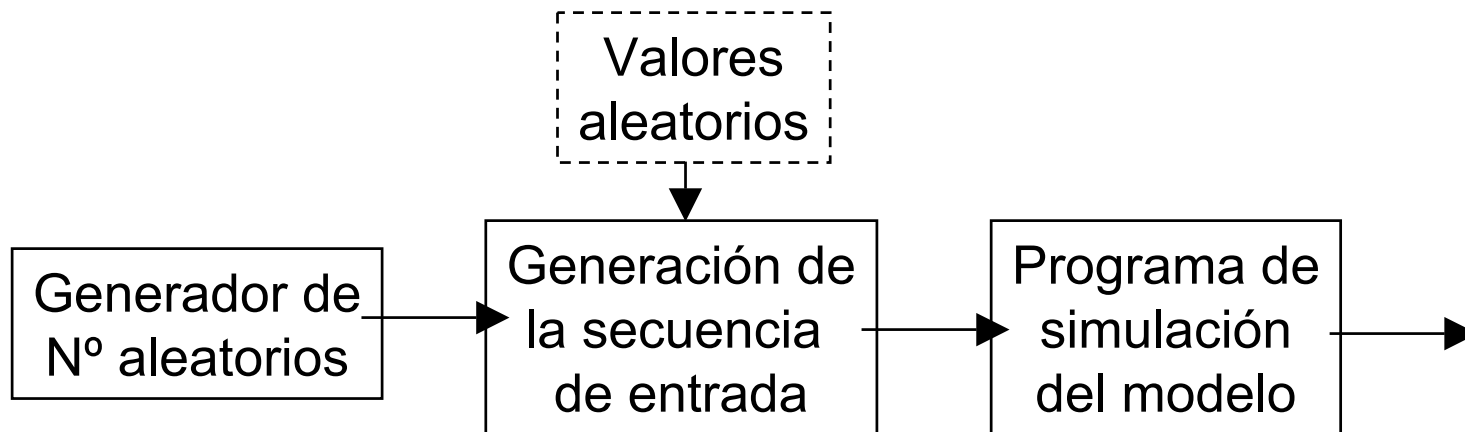
Concurrente y Post-mortem

- Capacidades estadísticas de análisis de datos

INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN

Tipos de Simulaciones

Simulación propia o autoconducida.- Las entradas al modelo proceden de datos probabilísticos



Ventaja:

- Simplicidad

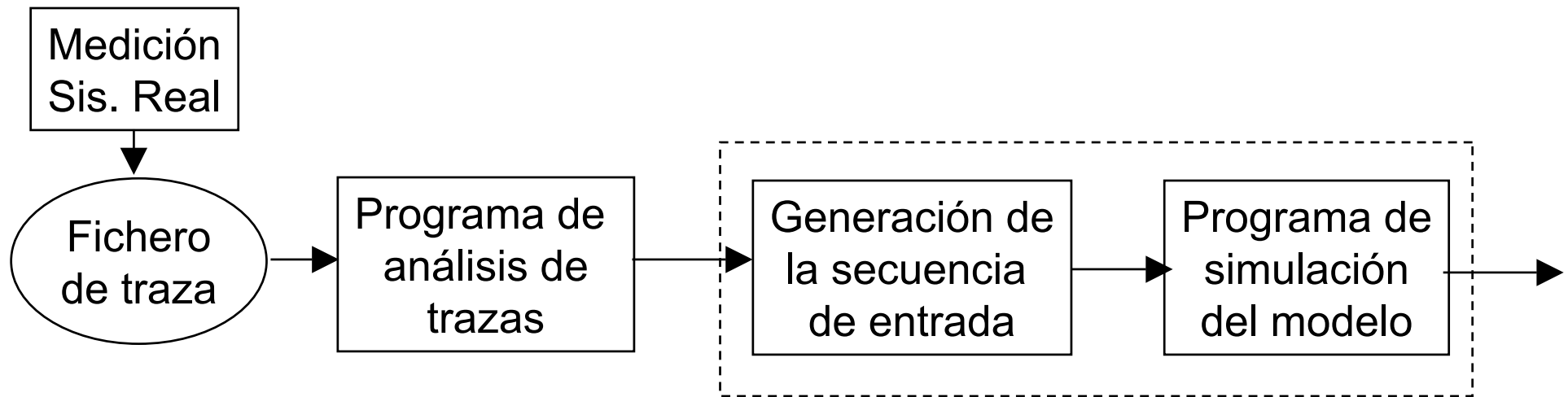
Inconveniente:

- ¿Son independientes los valores?

INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN

Simulación por rastreo o trazas.- Las entradas al modelo proceden de valores de traza

Traza: registro de eventos significativos del sistema



Ventajas:

- Credibilidad
- Fácil de validar
- Precisa

Inconvenientes:

- Complejidad
- Representatividad
- Finitud

SIMULACIÓN CON QNAP

Para simular el funcionamiento de un sistema se pueden usar diversos paquetes y/o lenguajes (de propósito general o específico)

Distinguir entre $\left\{ \begin{array}{l} \text{El modelo del sistema} \\ \text{El simulador del modelo} \end{array} \right.$

El diseño del modelo (componentes, arquitectura de conexión, funcionamiento de cada componente) puede basarse en diversas abstracciones. Puede haber varios diseños para el mismo sistema informático

El programa (simulador) del modelo es una implementación o realización del modelo. Puede haber varios simuladores para el mismo modelo

Puede resultar muy útil diseñar un modelo que se base en los modelos de redes de colas ya conocidos, pero ...

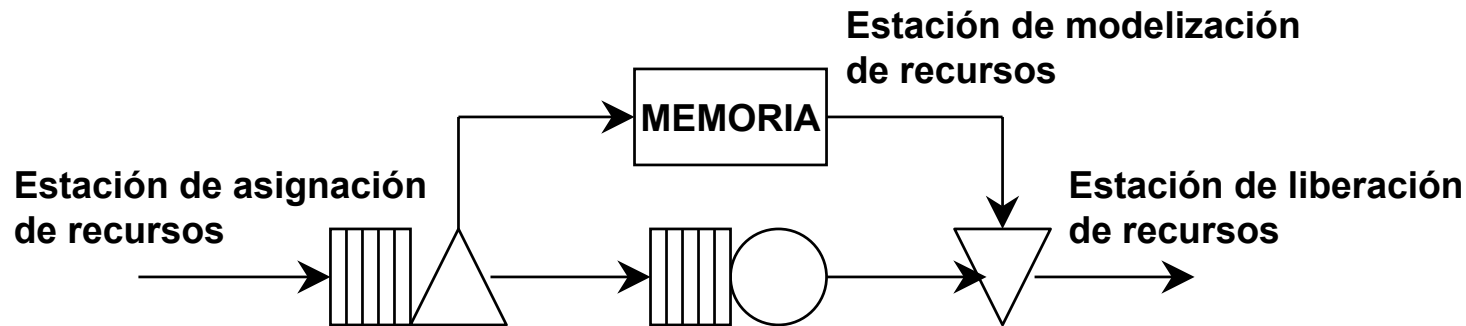
... **Generalizando los componentes usados en ellos** ...

SIMULACIÓN CON QNAP

Generalización del concepto de cola

- En los modelos analíticos (de colas), cada cola tiene asociado un tiempo de servicio para los clientes que demandan servicio de la cola
- En la simulación, las colas son estaciones (de servicio) en las que cada cliente que llega recibe un servicio que puede ser complejo
(No sólo un consumo de tiempo)

Ejemplo de estaciones (especiales) usadas en simulación



También se pueden usar mecanismos complejos de planificación en estaciones

SIMULACIÓN CON QNAP

Generalización del concepto de cliente

- En los modelos analíticos los clientes no existen como entidades individuales
- En una simulación cada cliente es una entidad individual (objeto) que circula por las diversas estaciones del modelo recibiendo servicios

Simulación: Se puede saber el tiempo de respuesta del cliente 232 o el número de clientes procesándose en el instante 12,7

Análisis: Es imposible pues sólo existe el cliente promedio teórico y el número promedio de clientes en proceso (la evolución del tiempo no existe)

Durante la simulación se pueden realizar operaciones complejas con los clientes:

Sincronización: Un cliente espera en una estación por un recurso libre

Creación-Destrucción: Un cliente crea clientes-hijos para simular un procesamiento paralelo de información

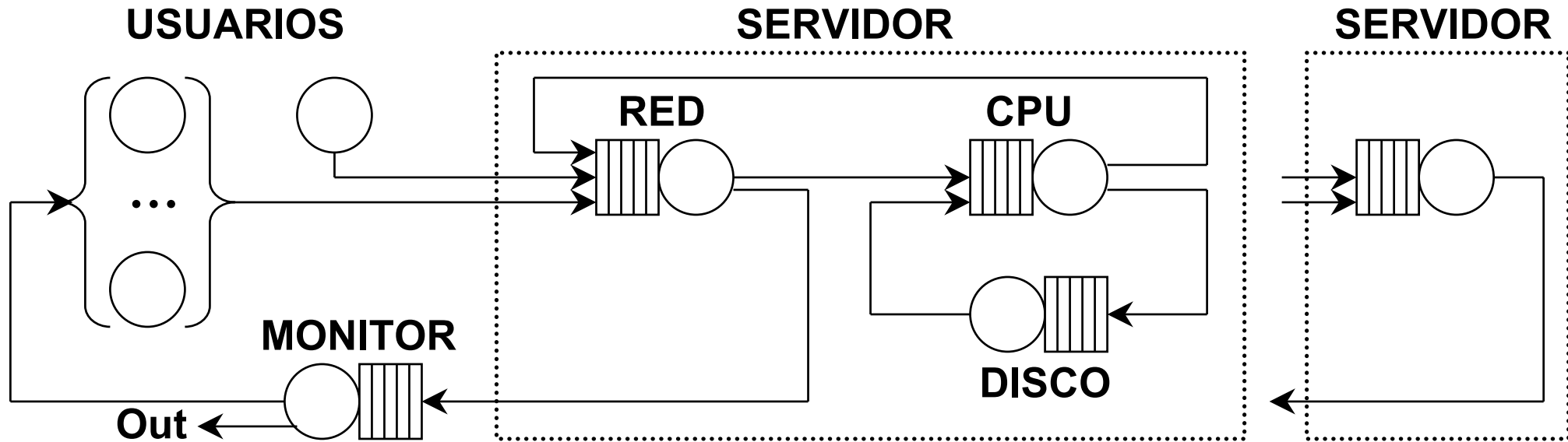
SIMULACIÓN CON QNAP

Generalización del concepto de la arquitectura de red

En la simulación, la red de colas se convierte en red de estaciones

- En los modelos analíticos la arquitectura de red es rígida (o fija) y está definida por las probabilidades de transición de los clientes desde una cola a las otras
- En una red de estaciones las transiciones pueden ser programables y complejas y la red puede ser flexible (o variante)
Además, los clientes pueden cambiar de clase en una estación o durante el tránsito de una estación a otra

SIMULACIÓN CON QNAP



/DECLARE/

CUSTOMER REAL TpoEnt; & Para estampar el instante de entrada en el servidor

/STATION/

NAME=Usuarios;

SERVICE=BEGIN

EXP(Treflexion);

TpoEnt:=TIME;

END;

/STATION/

NAME=Monitor;

SERVICE=BEGIN

sumTres:= sumTres + (TIME-TpoEnt);

Nserv:=Nserv+1;

END;

PROBLEMÁTICA DE LA SIMULACIÓN

Problemas Básicos:

- Modelo representativo del sistema real y bien implementado
 - Validación
 - Verificación
- Modelos:
 - inválido e inverificado
 - inválido y verificado
 - válido e inverificado
 - ✓ válido y verificado
- Tamaño adecuado de la simulación
 - Eliminación del transitorio
 - Criterios de parada

VALIDACIÓN DEL MODELO

Validación

Asegurar que las suposiciones son razonables y el modelo producirá resultados similares al sistema real

A validar:

- Suposiciones o simplificaciones
- Valores de los parámetros de entrada y distribuciones
- Valores de salida y conclusiones

Se validan por:

- Intuición de los expertos
- Comparación con medidas sobre sistemas reales
- Resultados teóricos (modelado analítico)

VERIFICACIÓN DEL MODELO

Verificación

Comprobar que el programa de simulación implementa correctamente las hipótesis hechas en el modelo

Técnicas:

Un modelo de simulación es un programa, se utilizarán las técnicas de depuración de programas

- Diseño modular Top-Down
- Antibugging
- Explicación estructurada
- Modelos deterministas
- Ejecución de casos simplificados
- Rastreo, análisis de trazas
- Análisis gráfico de salidas
- Test de continuidad
- Test de degeneración
- Test de consistencia
- Independencia de la semilla

ELIMINACIÓN DEL TRANSITORIO

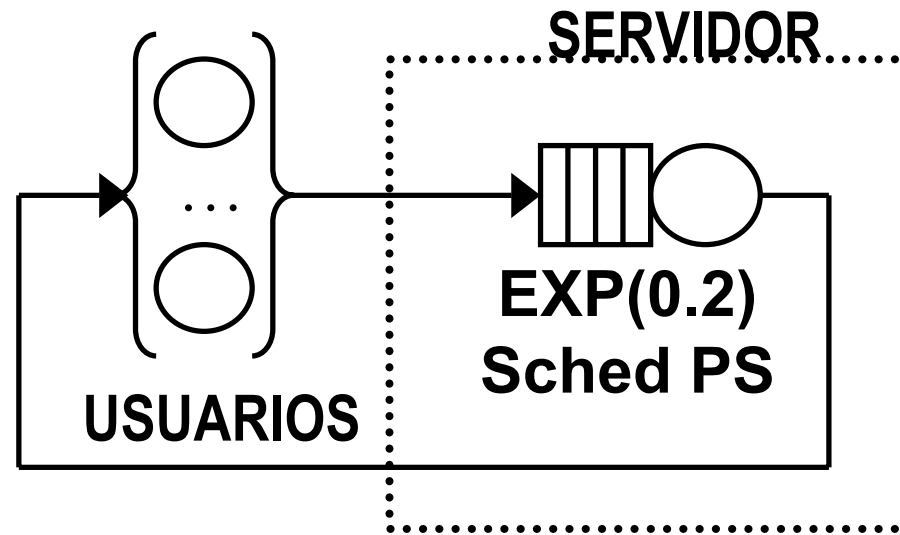
Eliminar la parte no estable de la simulación, TRANSITORIO

Métodos:

- Simulaciones muy largas
- Inicialización apropiada
- Truncamiento: elimina los primeros valores

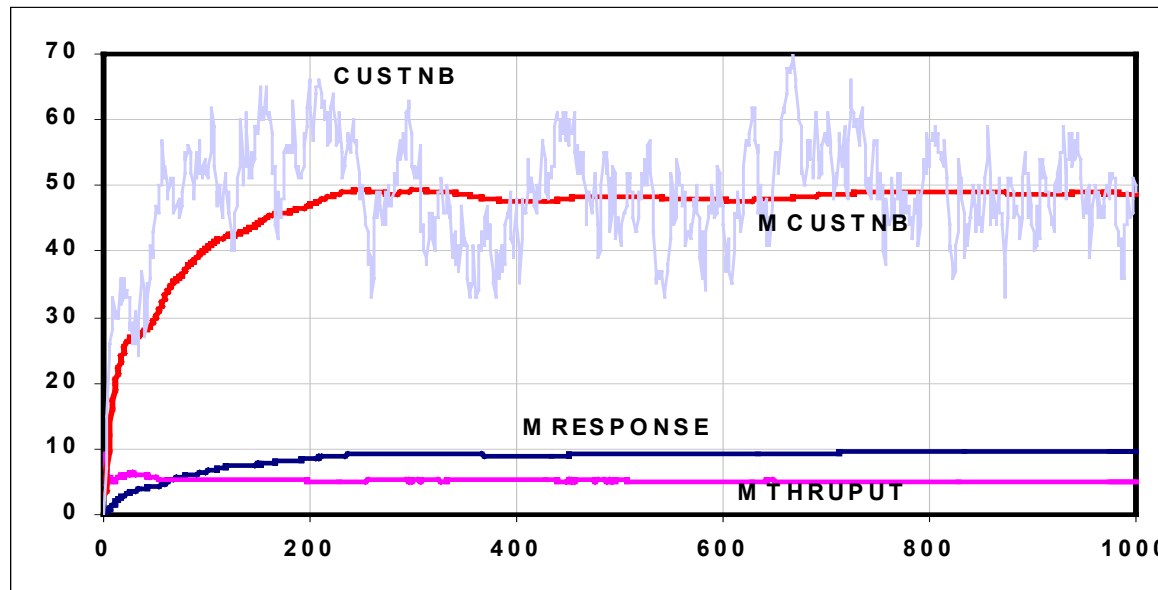
Ejemplo:

N=100
Z=EXP(10)



ELIMINACIÓN DEL TRANSITORIO (QNAP)

En este ejemplo un tiempo de simulación elevado permite que las variables casi alcancen los valores finales estacionarios



N=50

R=10

X=5

Resultado
analítico

Transitorio: 50 seg --- 200 seg para estabilizar los promedios

/CONTROL/
TMAX=1000.0;

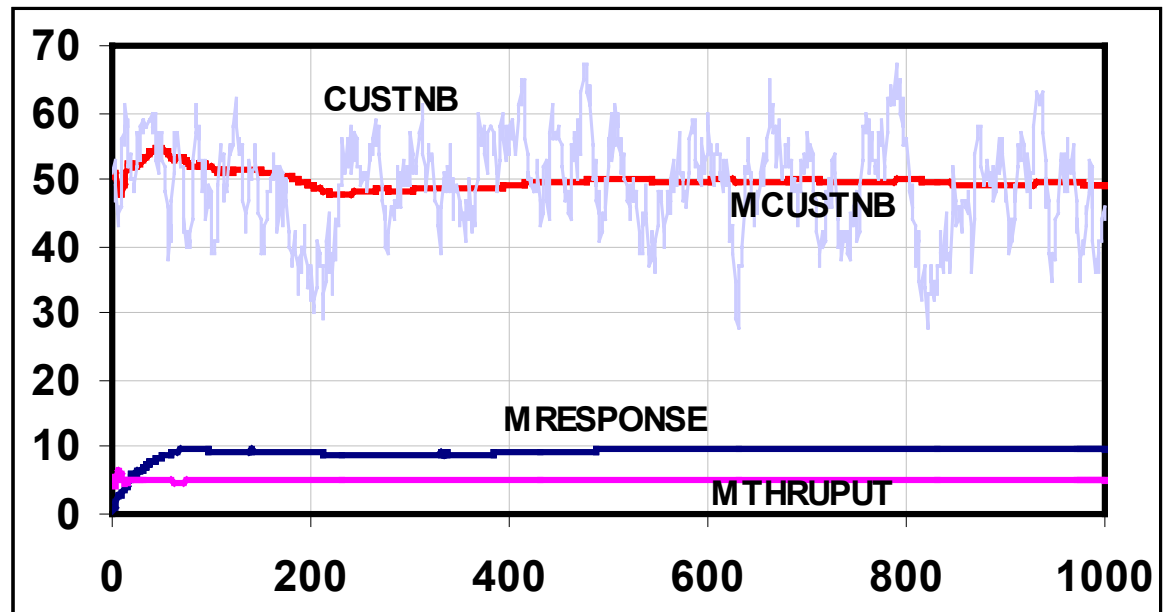
TMAX no se usa con resolución analítica
pues la evolución del tiempo NO existe

ELIMINACIÓN DEL TRANSITORIO (QNAP)

El estado de una cola lo define el número de clientes contenidos
Una inicialización apropiada reduce el transitorio

```
/STATION/  
NAME=Usuarios;  
INIT=50;
```

```
/STATION/  
NAME=Servidor;  
INIT=50;
```



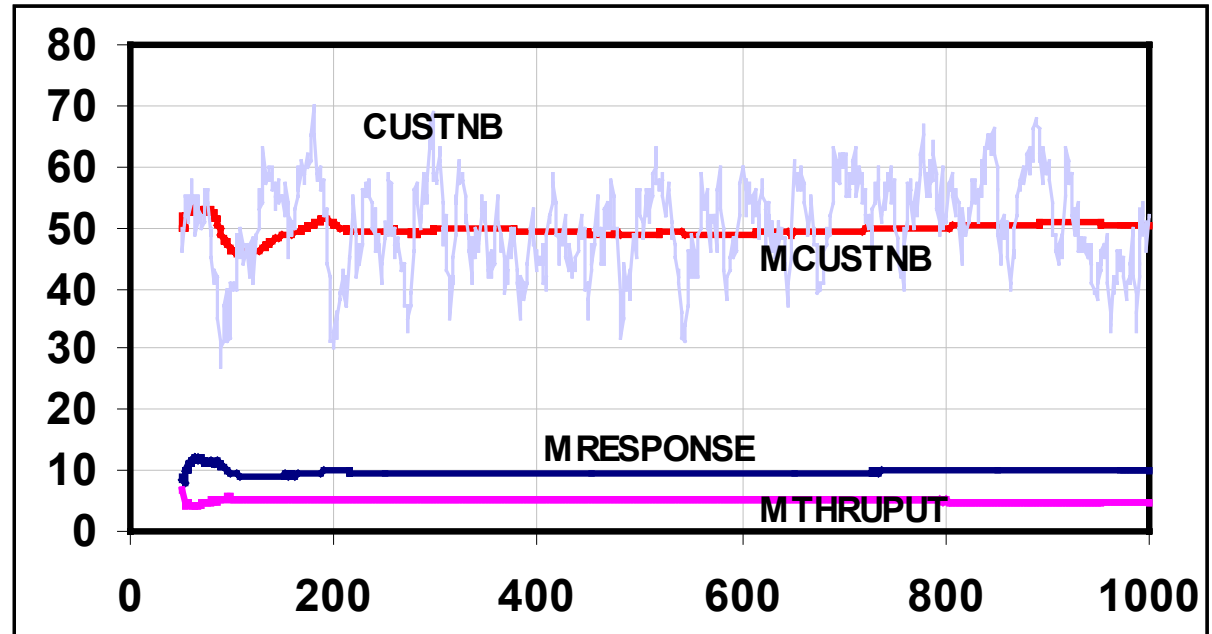
Transitorio: 0 seg --- 100 seg para estabilizar los promedios

ELIMINACIÓN DEL TRANSITORIO (QNAP)

Truncar o eliminar los primeros valores del cálculo de las estadísticas (valores medios) permite reducir el transitorio

```
/CONTROL/  
TSTART=50;
```

**Cálculo estadísticas
empieza en TIME=50**



Transitorio: 0 seg --- 150 seg para estabilizar los promedios

Efecto combinado de las 3 técnicas: Mayor con modelos complejos

CRITERIOS DE PARADA

Determinar cuándo debe detenerse la simulación. Hasta que el valor observado entre dentro de un intervalo de confianza dado

- $\bar{x} \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{Var(x)}{n}}$
- Replicaciones independientes $\begin{cases} m \text{ replicaciones} \\ \text{de tamaño } n+n_0 \\ n_0 = \text{transitorio} \end{cases}$

Calcula la media para cada replicación. $\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=n_0+1}^{n+n_0} x_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m$

Calcula la media global para todas las replicaciones. $\bar{\bar{x}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i$

Calcula la varianza de las medias. $Var(\bar{x}) = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2$

Calcula el intervalo de confianza. $\bar{\bar{x}} \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{Var(\bar{x})}{m}}$

Se descartan mn_0 valores

CRITERIOS DE PARADA

- Medias por Lotes: Realiza una simulación muy larga $N+n_0$
Elegir un tamaño del lote.

Calcula la media del lote: $\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m$

Calcula la media global: $\bar{x} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i$

Calcula la varianza de las medias: $Var(\bar{x}) = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (\bar{x}_i - \bar{x})^2$

Calcula el intervalo de confianza. $\bar{x} \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{Var(\bar{x})}{m}}$

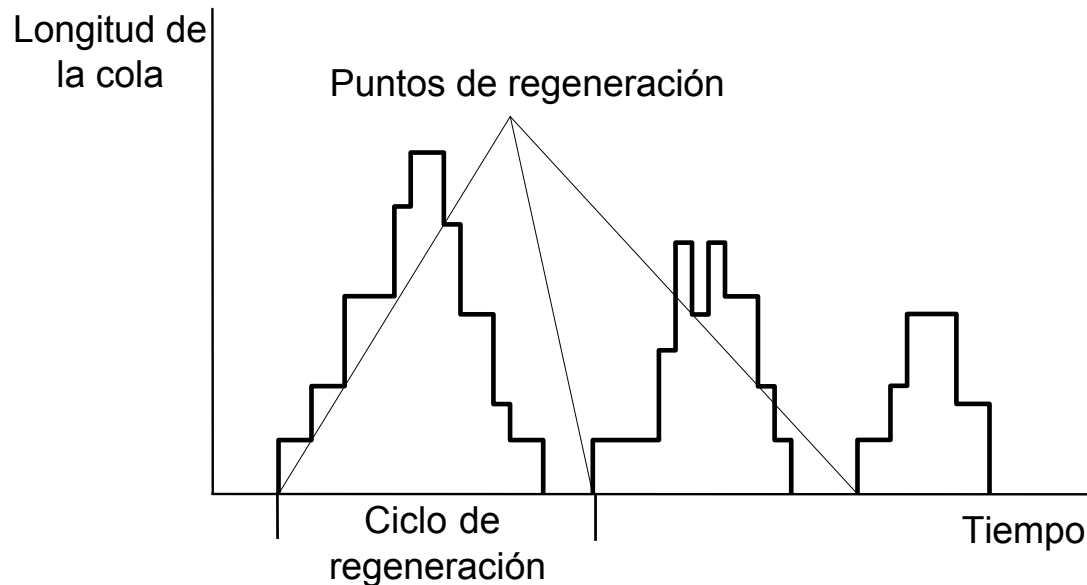
Se descartan sólo n_0 valores

Se recomienda probar con varios valores de n

CRITERIOS DE PARADA

- Método de Regeneración:

Estudiar el sistema cuando en su evolución vuelve a las condiciones iniciales de partida



Problemas:

- No es posible conocer los ciclos de regeneración
- Los cálculos son complicados

CRITERIOS DE PARADA (QNAP)

3 Técnicas soportadas en QNAP para calcular intervalos de confianza

/CONTROL/

TMAX=Tfin;

ACCURACY=ALL QUEUE;

ESTIM=REPLICATION(Nrep); ESTIM=REGENERATION; ESTIM=SPECTRAL;

/EXEC/

WHILE (Seguir) DO BEGIN

SIMUL;

**Seguir := ((CRESPONSE(Servidor) > ErrorR) OR
(CSERVICE(Servidor) > ErrorS) OR ...);**

Tfin:= Tfin + IncT;

Nrep:= Nrep + IncNrep; & Aumentar longitud y/o réplicas

END;

CRITERIOS DE PARADA (QNAP)

/CONTROL/

ACCURACY=Servidor;
ESTIM=REPLICATION(5);

Intervalos de confianza

*** SIMULATION WITH REPLICATION METHOD ***

... MEAN SIMULATION TIME = 1000.000

NUMBER OF REPLICATIONS = 5

CONFIDENCE LEVEL = 0.95

* NAME *	* SERVICE *	* BUSY PCT *	* CUST NB *	* RESPONSE *	* SERV NB *
----------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

* * *	* * *	* * *	* * *	* * *	* * *
-------	-------	-------	-------	-------	-------

*Usuarios	* 9.977	*0.0000E+00*	50.48	* 9.977	* 5012.	*
-----------	---------	--------------	-------	---------	---------	---

* * *	* * *	* * *	* * *	* * *	* * *	*
-------	-------	-------	-------	-------	-------	---

*Servidor	*0.1996	*0.9999	* 49.52	* 9.883	* 4961.	*
-----------	---------	---------	---------	---------	---------	---

* +/-	*0.1886E-02*	*0.0000E+00*	*0.6993	*0.2081	*	*
-------	--------------	--------------	---------	---------	---	---

* * *	* * *	* * *	* * *	* * *	* * *	*
-------	-------	-------	-------	-------	-------	---

... END OF SIMULATION ...

CRITERIOS DE PARADA (QNAP)

Técnicas NO estadísticas para parar una simulación

/STATION/ Ej: Parar cuando se han servido 1000 peticiones

NAME=Servidor;

SERVICE=BEGIN

EXP(0.2);

IF Servidor.NBOUT > 1000 THEN STOP;

END;

/CONTROL/

PERIOD=5.0;

TEST= IF Servidor.NBOUT > 1000 THEN STOP;

& Con PERIOD=0 se comprueba la condición tras cada evento