

# Modelado y Simulación (505103009)

## Tema 3. Introducción a la simulación de sistemas

---

Javier Vales Alonso

**Grado en Ingeniería Telemática**

2020

Universidad Politécnica de Cartagena

# Tabla de contenido

Introducción

Tipos de simuladores

Modelo de simulación

Algoritmo de simulación por eventos discretos

Referencias

## ¿Cómo estudiar esta unidad?

1. Haga una primera lectura de las diapositivas de la unidad. Concéntrese en ver las ideas generales y hacer una primera revisión del algoritmo de simulación por eventos discretos.
2. Examine el ejemplo de simulación proporcionado en `MATLAB` y haga una revisión más a fondo del algoritmo explicado en las transparencias. Solucione el cuestionario de prácticas planteado.
3. En caso de dudas, puede consultar los libros de referencia, o contactar con el profesor.

# Introducción

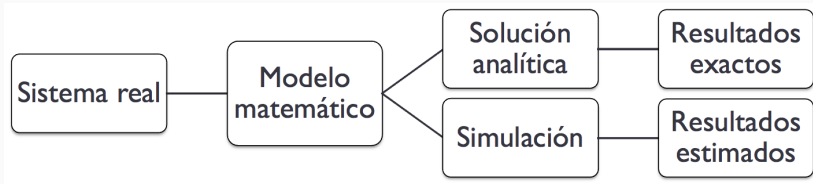
---

## ¿Por qué necesitamos simuladores?

Al diseñar un sistema en cualquiera de las ramas de ingeniería (e.g., un router, un protocolo, un avión, un barco, una central energética, una infraestructura de carreteras, etc.) estamos interesados en saber cómo se va a comportar, sin tener que construirlo. Para ello se realizan **modelos**, que pueden ser:

1. **Físicos**. Modelo a escala del sistema real, como los usados en la industria aeronáutica o del automóvil.
2. **Matemáticos**. Representación de un sistema mediante un conjunto de relaciones cuantitativas y lógicas entre sus componentes. Permiten **estudiar fácilmente el cambio en un sistema cuando se modifica alguna de sus componentes o parámetros**.

## ¿Por qué necesitamos simuladores? (II)



La característica principal de los modelos basados en simulación es que nos permiten el **estudio de sistemas complejos, para los cuales no se dispone de modelos analíticos adecuados, o éstos son computacionalmente intratables.**

## Características generales de los simuladores

- Permiten obtener **conclusiones** acerca del comportamiento del sistema para una configuración determinada.
- En la **mayoría de las situaciones prácticas sólo podemos recurrir a la simulación** para el estudio de un sistema.
- Debido a la elevada carga computacional que requieren la mayor parte de las simulaciones es **imprescindible el uso de computadores como herramienta para la implementación o ejecución de las mismas**.
- Es necesario prestar atención a los aspectos técnicos, para que las conclusiones sean válidas.

## Tipos de simuladores

---



Según su **evolución temporal**:

- **Estáticos**. Representan un sistema en un instante temporal determinado.
- **Dinámicos**. Representan un sistema que evoluciona a lo largo del tiempo.

Según la **influencia de la aleatoriedad en su comportamiento**:

- **Deterministas**. La representación del sistema no depende de ninguna variable aleatoria.
- **Estocásticos/aleatorios**. La representación del sistema depende variables aleatorias.

Según su **modo de evolución**:

- **Continuos**. La representación del sistema varía de modo continuo.
- **Discretos**. La representación del sistema varía en instantes singulares del tiempo. Es decir, **podemos ordenar temporalmente los cambios** en el sistema.

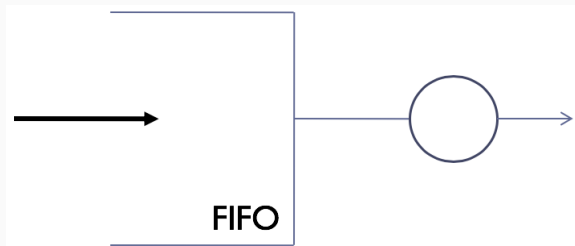
Nos centraremos en el estudio de los modelos **estocásticos (dinámicos y aleatorios) y discretos**.

Este tipo de modelos se llaman **modelos de simulación por eventos discretos**.

# Modelo de simulación

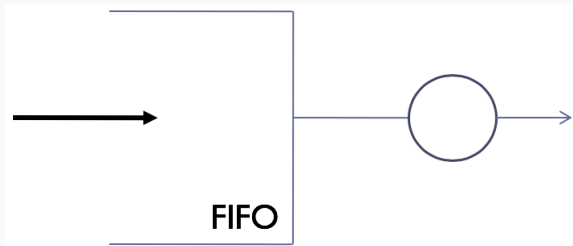
---

Vamos a considerar como ejemplo ilustrativo la simulación un sistema de colas tipo G/G/1 (e.g., un procesador ejecutando procesos batch, un banco con un sólo cajero, etc.).



## Modelo de simulación (II)

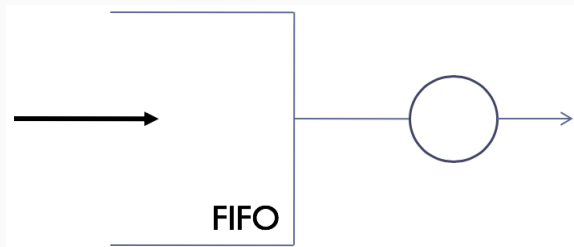
Para la formulación de un modelo completo de simulación ha de establecerse:



1. **¿Qué desea conocerse?** Antes de nada es necesario saber que variables de interés desean medirse a través del simulador.

## Modelo de simulación (III)

Para la formulación de un modelo completo de simulación ha de establecerse:

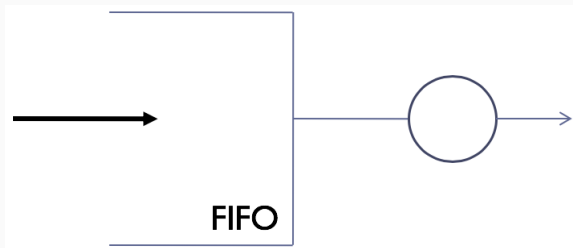


2. **¿Cuáles son los parámetros del sistema?** Es decir, que información es relevante en la configuración del sistema.



## Modelo de simulación (IV)

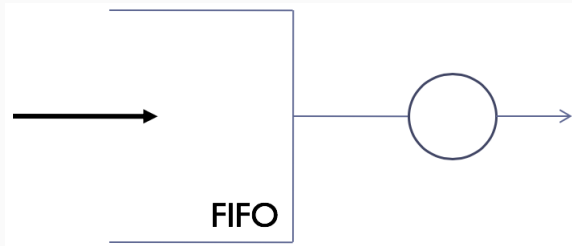
Para la formulación de un modelo completo de simulación ha de establecerse:



3. **¿Cuál es el estado del sistema?** Es decir, que conjunto de variables caracterizan totalmente el sistema.

## Modelo de simulación (V)

Para la formulación de un modelo completo de simulación ha de establecerse:



4. **¿Qué eventos pueden producirse?** Un evento es cualquier suceso (instantáneo) que modifica el estado del sistema.
5. **¿Cómo modifica cada evento el estado?**

## Modelo de simulación (VI)

Una vez establecido el modelo el simulador ejecutan una o varias **realizaciones** (evoluciones temporales) del mismo para obtener muestras de las variables de interés. Al finalizar la simulación, éstas se agregan para obtener los estadísticos de interés.

Ejemplo de realización:



# Algoritmo de simulación por eventos discretos

---

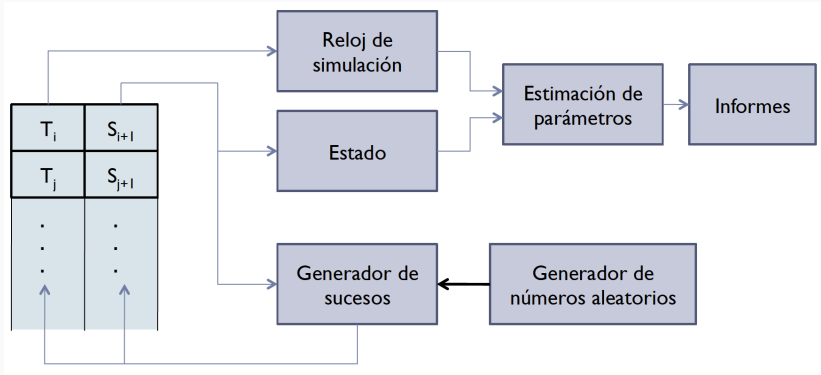
## Algoritmo de simulación por eventos discretos

El simulador es un algoritmo que se ocupa de mantener ordenada **temporalmente** una **lista de eventos** que contiene los futuros eventos que están planificados en el sistema.

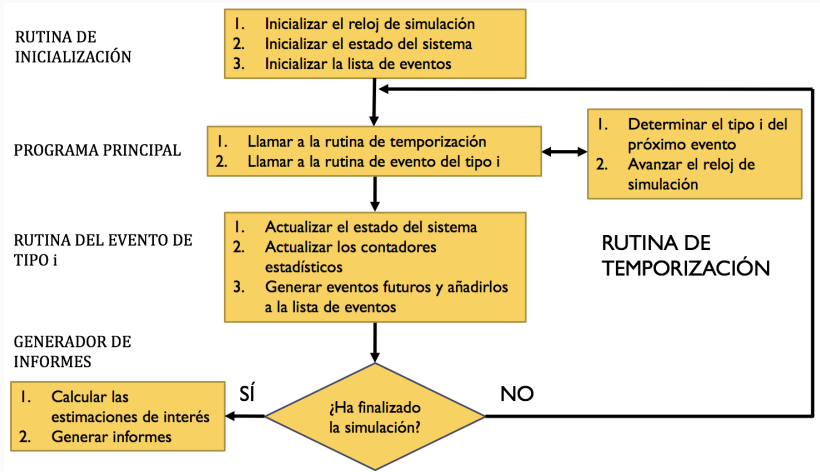
En cada **paso de simulación** se extrae el primer evento de la lista (el más próximo en el tiempo). Tras ello se actualiza el **reloj del sistema** al **momento en que sucede el evento**, se actualiza el **estado**, se obtienen muestras de interés (si es posible) y se **planifican** nuevos eventos (si el evento actual provoca nuevos eventos en el futuro, éstos se añaden a la lista de eventos de forma ordenada).

Tras realizar el paso de simulación, se repiten estas acciones mientras que la simulación no se dé por finalizada.

## Algoritmo de simulación por eventos discretos (II)



# Algoritmo de simulación por eventos discretos (III)



## Referencias

---



Los contenidos de esta parte de la asignatura están recogidos en:

- Pazos Arías, José Juan, Suarez Gonzalez, Andres, Diaz Redondo, Rebeca P., *Teoría de colas y simulación de eventos discretos*, Prentice Hall, 2003.
- Byoung Kyu Choi, DongHun Kang, *Modeling and Simulation of Discrete Event Systems*, Wiley, 2013

