

Introducción al modelado con *JMT*

1. Objetivo

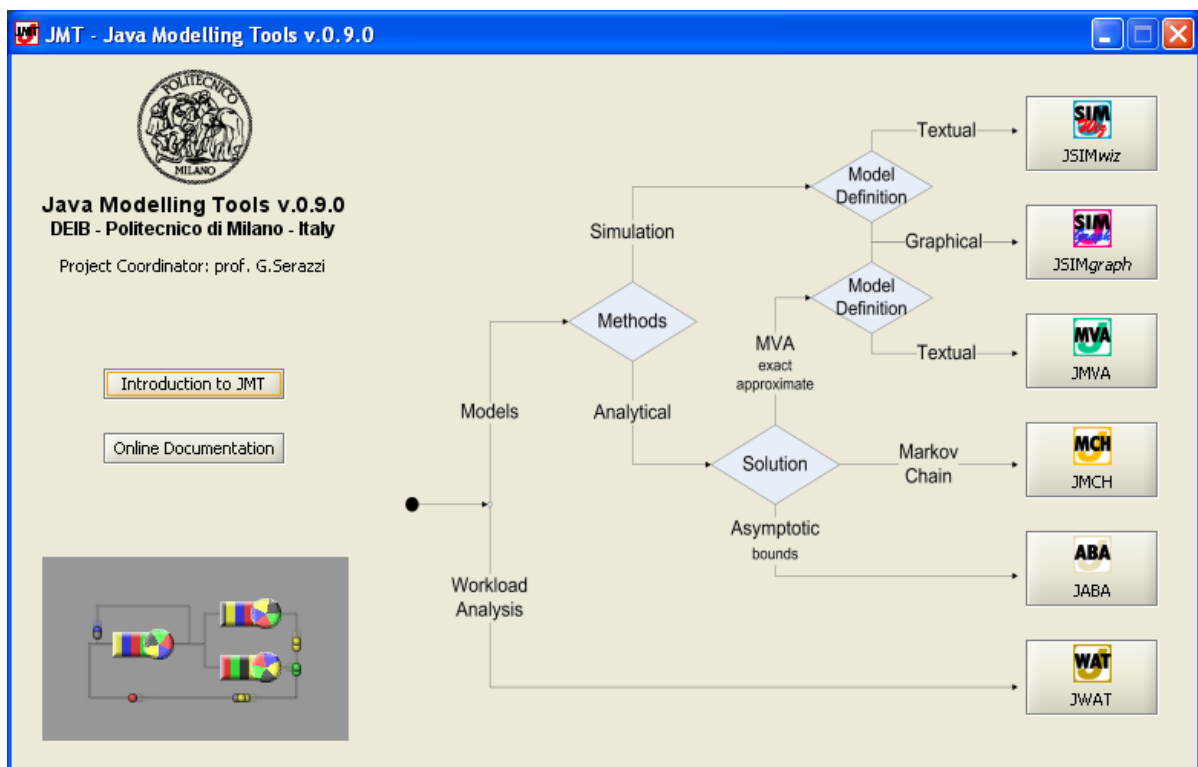
El objetivo principal consiste en que el alumno tome un primer contacto con la herramienta de modelado y simulación de redes de colas *JMT* (**Java Modelling Tools**). Este programa es un conjunto de herramientas que permiten representar mediante teoría de colas diferentes sistemas. Posteriormente podrá resolverlos mediante modelado analítico o bien por simulación.

Como segundo objetivo se plantea la obtención de valores característicos de las redes de colas: utilización, productividad (throughput), tiempo de respuesta, etc. Para ello se aplicarán las leyes operacionales.

Para cumplir estos objetivos, se resolverá analíticamente un problema sencillo. Los resultados obtenidos serán contrastados en este caso con los obtenidos mediante las fórmulas matemáticas.

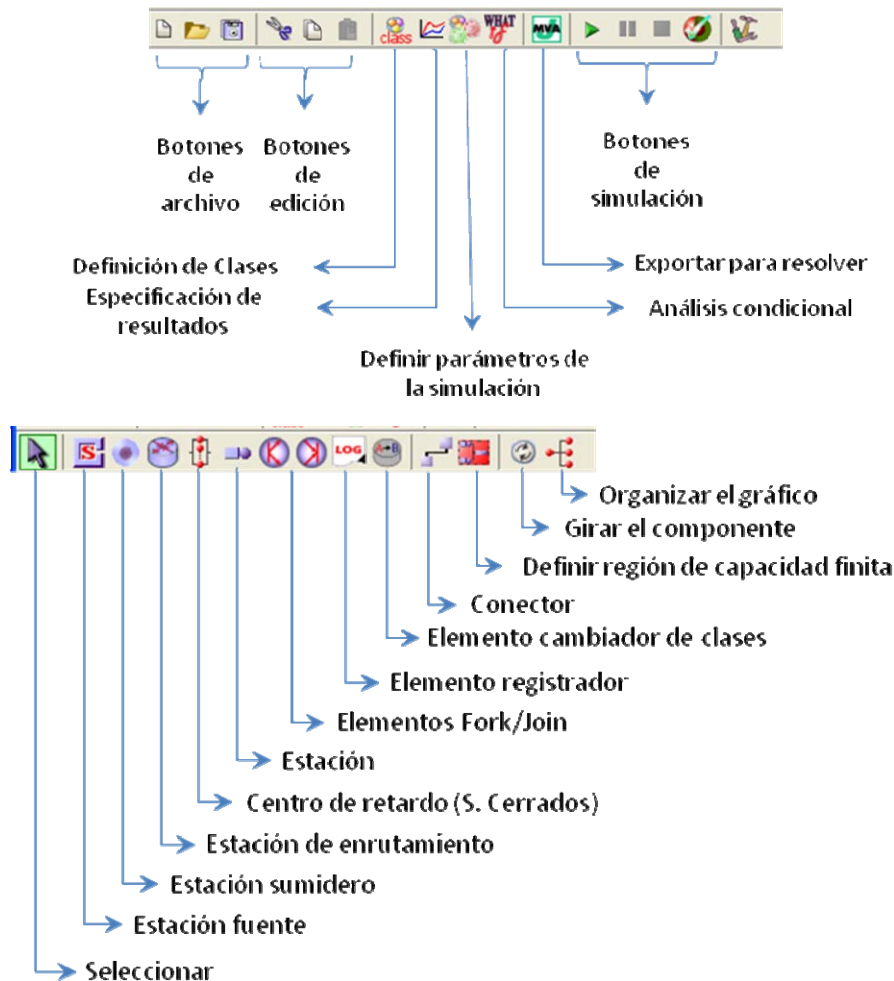
2. La herramienta *JMT*

El programa *JMT* es un conjunto de seis herramientas desarrolladas por la Universidad Politécnica de Milán y distribuidas libremente. De las seis herramientas disponibles, cinco permiten representar y analizar sistemas, mientras que una última está orientada al desarrollo de modelos de carga.



En esta parte de la asignatura se utilizará la herramienta *JSIMgraph*. Esta herramienta permite representar de forma gráfica sistemas, que posteriormente podrán ser resueltos analíticamente (exportándolos a *JMVA*) o bien simulados, directamente con la herramienta *JSIMgraph*.

La herramienta consta de una barra de menús y dos barras de herramientas que facilitan el acceso a la mayor parte de las opciones de los menús. En las siguientes figuras puede verse el aspecto y uso de las dos barras de herramientas:



Los pasos de desarrollo de un nuevo modelo son los siguientes:

1. Dibujar en el área de dibujo el sistema a analizar expresado mediante los elementos de redes de colas disponibles en la segunda barra de herramientas.
2. Definir las Clases de Clientes existentes y asociarlas a una estación de referencia (botón *Class* de la primera barra de herramientas)
3. Establecer los parámetros de cada elemento de la red de colas dibujado. Dependiendo del objeto, el número y tipo de parámetros a introducir podrá variar.
4. Seleccionar los índices de prestaciones a calcular (botón de la primera barra de herramientas). Los índices se podrán calcular para el sistema o una estación.
5. Elegir o cambiar los parámetros de simulación (primera barra de herramientas).
6. Activar el análisis condicional que permite la variación de variables, si es necesario (primera barra de herramientas).
7. Comenzar la simulación o exportar el modelo para resolución, si es resoluble.

Aspectos importantes en la creación de las clases son: la definición del tipo (abiertas o cerradas), la población (finita o infinita), la distribución del tiempo con sus parámetros y la estación de referencia.

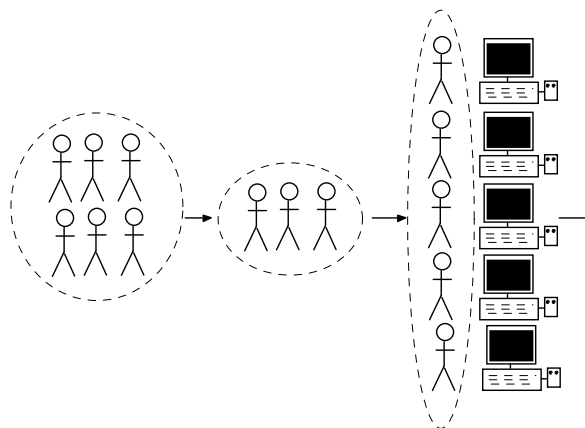
En el caso de las estaciones, existen tres fichas en las que es posible introducir parámetros: una sección de descripción de las características de la cola, una sección de descripción del servicio en la cola y una sección de descripción del enrutamiento una vez se concluye el servicio en la cola.

En el siguiente apartado describiremos un problema y su resolución mediante la herramienta JMT.

2.1 Enunciado del problema

Problema 1.- Los estudiantes llegan al centro de cálculo de la universidad siguiendo una distribución de Poisson, con una frecuencia promedio de 10 estudiantes por hora. Cada estudiante permanece un promedio de 20 minutos en una terminal y se puede considerar que el tiempo de permanencia está exponencialmente distribuido. Actualmente, el centro tiene cinco terminales. Se han recibido quejas de que los tiempos de espera son demasiado largos. Se analizará el uso del centro mediante un modelo de colas. Una representación gráfica del sistema aparece en la siguiente figura.

Problema 2.- Considérese qué ocurriría si los cinco terminales del Problema 1 se dispusieran en cinco emplazamientos diferentes. El problema se puede transformar por tanto en el análisis de un único centro que reciba la quinta parte de las peticiones, ya que la frecuencia de llegadas se dividiría entre los cinco emplazamientos por igual.



2.2 Pasos de resolución

En la zona de dibujo de la herramienta *JMT* representaremos el esquema de redes de colas que representa el sistema anterior. Son necesarios tres elementos (creación del cliente, estación que representa los terminales y destrucción de los clientes cuando acaban). Elige los elementos adecuados y colócalos en el área de dibujo.

En la sección de clases, define una única clase de clientes que representa a los usuarios de las terminales. Debes especificar: un nombre, un tipo, las características del tiempo entre clientes y la estación de referencia (la que creará los clientes de este tipo). El tipo viene dado por el tipo de red de colas, la distribución del tiempo entre clientes se ha descrito en el enunciado.

Una vez creada la clase, debes seleccionar y hacer doble clic sobre los elementos de la red de colas para indicar sus características. Los clientes llegan de algún lugar (una fuente) a la que hemos de asociar la clase de clientes creada.

En la estación que representa el centro de cálculo, introduciremos: la capacidad del sistema y la política de servicio. En la ficha de servicio indicaremos que existen 5 terminales (5 servidores), y el tiempo que pasa el usuario en el terminal, dato del problema (atención: ha de mantenerse la coherencia de unidades con las que se han introducido previamente). Por último se indica qué sucede con los clientes a la salida, si es necesario.

El siguiente paso será elegir los índices de prestaciones que queremos calcular; en el desplegable, se elegirán los siguientes:

- Número de estudiantes en la sala de terminales.
- Tiempo de permanencia de los estudiantes en la sala de terminales.
- Productividad de la sala de terminales.
- Utilización de los terminales.
- Tiempo de espera en la cola para acceder a un terminal.

Exportar el modelo a *JMVA* para su resolución, pues la red de colas es simple y por tanto resoluble analíticamente.

Al hacer este paso, se invoca a la herramienta *JMVA* que resuelve la red de colas mediante el algoritmo del valor medio. En la nueva herramienta, pulsa sobre la flecha verde para que se resuelva el modelo. Anota en la siguiente tabla los valores obtenidos para los distintos índices de prestaciones pedidos:

	Resolución (JMVA)	Simulación (JSIMgraph)
Nº estudiantes en la sala		
Tpo. de permanencia		
Productividad		
Utilización terminales		
Tpo. espera por una terminal		

Calcula ahora los mismos valores, pero desde *JSIMgraph*. Para ello pulsa sobre la flecha verde y espera a que finalice la simulación. Anota los valores obtenidos para los distintos índices de prestaciones en la tabla anterior.

¿Cómo explicarías las diferencias entre los resultados obtenidos?

Una vez resuelto el modelo, a partir de los valores obtenidos para los índices anteriores y utilizando las leyes operacionales, calcular:

- Número promedio de estudiantes esperando por una terminal libre.
- Número promedio de estudiantes usando los terminales.

Realiza los mismos pasos de resolución para el problema 2. Sirve el mismo modelo realizado modificando solamente dos parámetros, uno en la definición de la clase y otro en la descripción del servicio de la estación. Rellena la tabla con los valores obtenidos:

	Resolución (JMVA)	Simulación (JSIMgraph)
Nº estudiantes en la sala		
Tpo. de permanencia		
Productividad		
Utilización terminales		
Tpo. espera por una terminal		

2.3 Contraste de resultados

Según las fórmulas analíticas de la teoría de colas, los resultados obtenidos para el problema 1 son:

El centro puede modelarse como una cola M/M/5 con una razón de llegada de $\lambda = 1/6$ por minuto y una razón de servicio de $\mu = 1/20$ por minuto. Sustituyendo estos valores en las expresiones que tenemos para esta cola tenemos:

Intensidad de tráfico: 0,67

Utilización promedio: 0,67

Número promedio de estudiantes en el centro: 4,0

El número promedio de estudiantes esperando en la cola: 0,65

El número promedio de estudiantes usando los terminales: 3,35

La media del tiempo empleado en el centro, tiempo de respuesta: 24 minutos

Así, cada estudiante pasa un promedio de 24 minutos en el centro, 20 minutos trabajando y 4 minutos esperando a la cola.

El problema 2 corresponde al caso de una cola M/M/1 con una razón de llegada de $\lambda = 1/30$ por minuto y una razón de servicio de $\mu = 1/20$ por minuto. El valor más significativo que se obtiene es:

La media del tiempo empleado en el centro, tiempo de respuesta: 60 minutos

Así, cada estudiante, en este caso, pasa un promedio de 60 minutos en el centro, 20 minutos trabajando y 40 minutos esperando a la cola.

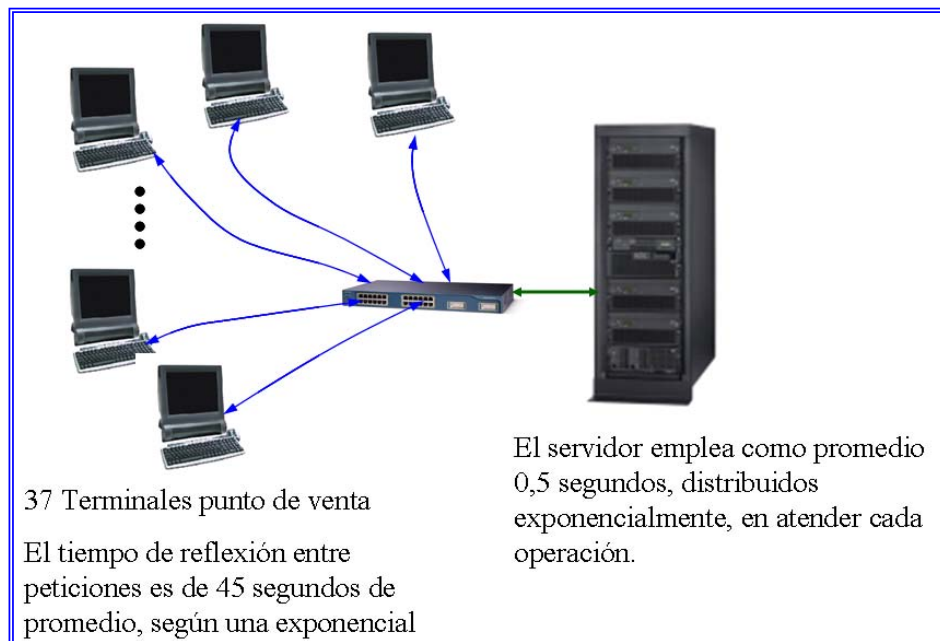
2.4 Representación de sistemas informáticos

Para los dos sistemas informáticos que se muestran a continuación:

1. Realiza un esquema de su representación mediante elementos de la teoría de colas en la herramienta *JSIMgraph*.
2. Resuelve (exportando a *JMVA*), si es posible, el sistema y calcula: productividad y tiempo de respuesta promedio del sistema, así como la utilización de los servidores.

2.4.1 Servidor central

En la figura siguiente se muestra el sistema a representar y sus características. En este ejercicio no considerar el *switch* al que se conectan todas las terminales.



2.4.2 Servidor conectado a Internet

En la figura siguiente se muestra el sistema a representar y sus características. Cada servidor se representa de forma independiente.

