



Departament d'Enginyeria  
Telemàtica



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# Scalev v4.1 Tutorial

---

Luis J. de la Cruz Llopis  
Esteve Pallarès Segarra  
Mònica Aguilar Igartua  
Isabel V. Martín Faus



[siscom.upc.edu](http://siscom.upc.edu)



## Índice

1.	Introducción .....	1
2.	Ejecución de una simulación simple.....	1
3.	Análisis de resultados. ....	3
3.1	Informe (Report) de la simulación. ....	3
3.2	Fichero de salida de paquetes.....	3
3.3	Fichero de ocupación del sistema.....	4
3.4	Sistemas inestables.....	5
4.	Ejecución de una simulación con barrido de un parámetro. ....	5
4.1	Análisis del report de resultados. ....	6



## 1. Introducción.

El objetivo de este tutorial es proporcionar a los usuarios una sencilla introducción a la utilización del simulador Scalev en su versión 4.1. La información proporcionada en este tutorial se complementa con la disponible en el Manual de Usuario.

Scalev permite la realización de dos tipos de simulaciones: simulaciones simples y simulaciones con barrido de algún parámetro de entrada. En los siguientes apartados se estudiarán ambos tipos de simulaciones y se analizarán los resultados generados.

## 2. Ejecución de una simulación simple.

El simulador puede ser ejecutado directamente desde la línea de comandos:

```
java -jar scalev41.jar
```

Una vez arrancado, aparecerá una pantalla como la que se muestra en la Figura 1.

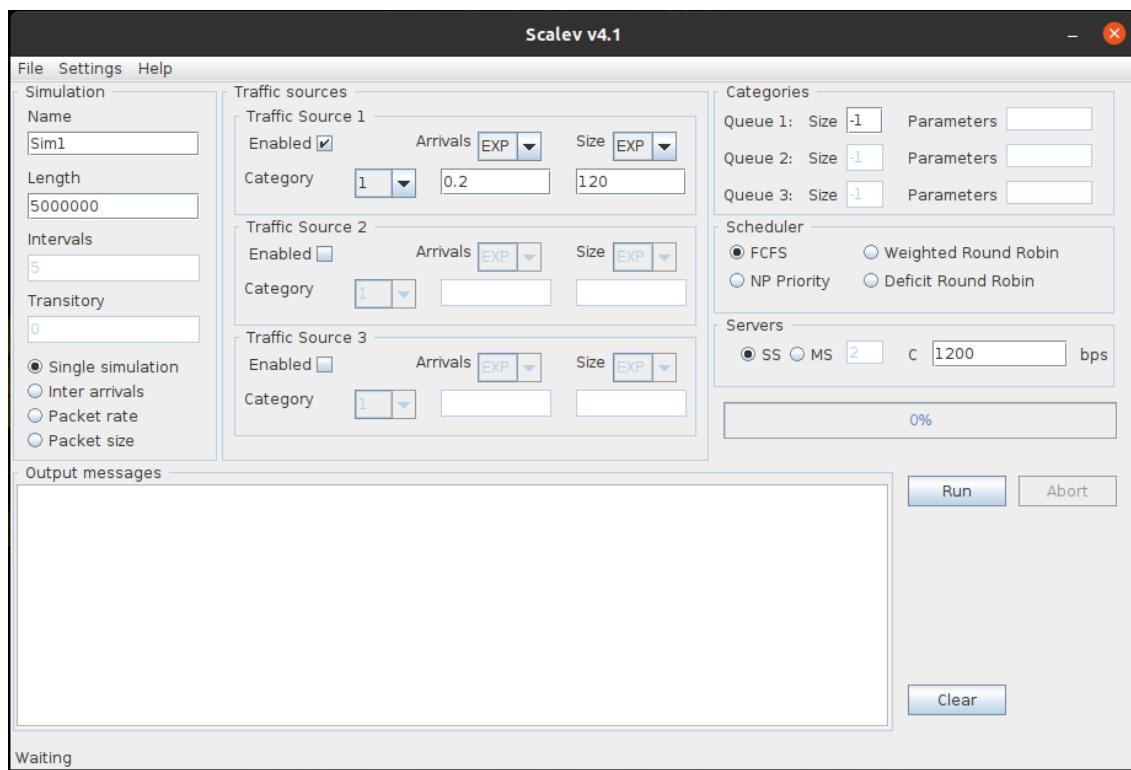


Figura 1. Ventana principal de Scalev v4.1.

Con la opción de menú *Settings* → *Directories* se abrirá la ventana que aparece en la Figura 2, donde puede seleccionar el directorio y los nombres que desea para los ficheros de resultados.

## 2 Scalev v4.1. Tutorial.

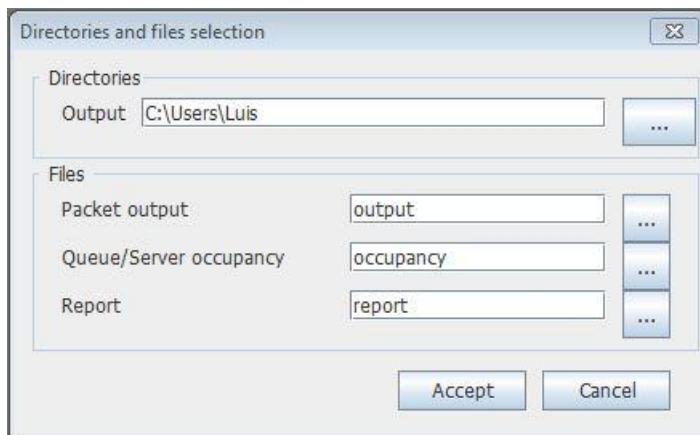


Figura 2. Selección de directorio y nombres para los ficheros de resultados.

A continuación, revise los parámetros que aparecen por defecto en la ventana principal del simulador. Observe que solo hay una fuente de tráfico activada, y que está asignada a la categoría 1. Preste atención a las unidades: el tiempo medio entre llegadas para la fuente de tráfico 1 es 0,2 segundos y el tamaño medio de los paquetes es 120 bits. Además, para ambas variables se ha seleccionado una distribución exponencial. El tamaño del buffer de espera de la categoría 1 es infinito (-1) y el scheduler seleccionado es FCFS (First Come First Served). Se utiliza un único servidor (SS, Single Server) y la capacidad del canal es 1200 bps. Observe que se trata por tanto de un sistema de transmisión modelable como M/M/1. Ejecute la simulación pulsando el botón Run.

Una vez finalizada la simulación, se han generado y guardado en el directorio seleccionado los siguientes cuatro ficheros (los nombres son los asignados por defecto en el caso de que no se hayan cambiado en *Settings → Directories*):

- **report\_Sim1.txt.** Contiene el report (informe) principal de la simulación, en el cual se ofrecen los principales valores medios obtenidos.
- **output\_Sim1\_category\_1.txt.** Fichero de salida de paquetes para la categoría 1. Cada línea de este fichero corresponde a un paquete procesado por el simulador, guardándose los siguientes valores separados por tabuladores:
  - Identificador del paquete.
  - Instante de llegada.
  - Tiempo de transmisión (servicio).
  - Tiempo de transferencia.
  - Tiempo de espera.
- **output\_Sim1\_source\_1.txt.** Fichero similar al anterior, con los paquetes de la fuente de tráfico 1. En el caso concreto de esta simulación, como solo hay un tráfico asignado a una categoría, los dos ficheros son iguales.
- **occupancy\_Sim1\_1.txt.** Este fichero se genera para cada categoría habilitada en la simulación (en este caso solo la categoría 1). Indica la evolución temporal de la ocupación del sistema (cola y servidores) por paquetes de esta categoría. En concreto, cada línea del fichero corresponde a un instante de llegada o de salida de un paquete, y la información que se guarda (separada por tabuladores) es:
  - Instante de tiempo en que se produce el evento.
  - Número de paquetes de esta categoría en su cola de espera.
  - Número de paquetes de esta categoría en el servidor o servidores.

### 3. Análisis de resultados.

#### 3.1 Informe (Report) de la simulación.

Abra el fichero con el report principal. Observe y comprenda todos los valores ofrecidos en dicho report. Consulte, si es necesario, el manual de usuario de Scalev 4.1.

#### 3.2 Fichero de salida de paquetes.

En MATLAB, cargue el fichero de salida de paquetes en una variable:

```
>> out=load('output_Sim1_source_1.txt');
```

Observe que out es una matriz de 5 columnas y tantas filas como paquetes han sido procesados por el simulador. Obtenga por pantalla las diez primeras filas y todas las columnas de dicha matriz:

```
>> out(1:10,:)
```

Observe la salida y compruebe como los valores se corresponden con los parámetros descritos anteriormente.

Obtenga el valor medio de los tiempos de transmisión, transferencia y espera y compárelos con los ofrecidos por el report del simulador. Por ejemplo, para el tiempo de transmisión, en primer lugar guarde en una nueva variable sus valores, es decir, la tercera columna de la matriz out:

```
>> tt=out(:,3);
```

A continuación obtenga la media:

```
>> mean(tt)
```

Compare su valor con el ofrecido en el report principal. Si lo desea aumente la resolución de los valores ofrecidos por matlab:

```
>> format long
```

Observe que de esta forma puede encontrar más parámetros estadísticos que los ofrecidos en dicho report, como por ejemplo la varianza ( $var(tt)$ ) o el coeficiente de variación ( $std(tt)/mean(tt)$ ).

Con respecto al tiempo entre llegadas, como se ha visto anteriormente, en la segunda columna del fichero se dispone de los instantes de llegada. Estos son los instantes de tiempo concretos en que cada paquete ha llegado, por lo que si se desea obtener el tiempo entre llegadas hay que diferenciar los valores que aparecen en dicha columna. Es decir, primero obtenemos los valores de los instantes de llegada:

```
>> ta=out(:,2);
```

y a continuación obtenemos un nuevo vector cuyos valores son la diferencia entre cada dos valores consecutivos:

```
>> tia=diff(ta);
```

Obtenga el valor medio de  $tia$  y compruebe que efectivamente es el valor esperado.

Otra posibilidad es la obtención de las funciones de densidad de probabilidad (pdf) de cualquiera de los parámetros ofrecidos. Si bien esta operación puede hacerse en Matlab directamente, también podemos hacerla con los siguientes pasos, lo cual nos ayuda mejor a comprender este cálculo:

#### 4 Scalev v4.1. Tutorial.

```
>> t=out(:,4);
>> [ht,x]=hist(t);
>> area=(x(2)-x(1))*sum(ht);
>> pdf_t=ht/area;
>> plot(x,pdf_t)
```

Si se desea comparar la pdf obtenida con la teórica para este caso (al tratarse de un sistema modelable como M/M/1, el tiempo de transferencia es exponencial con media 0,2) se puede añadir lo siguiente:

```
>> exp_t=5*exp(-5*x);
>> plot(x,[pdf_t' exp_t'])
>> legend('simulada','teorica');
```

### 3.3 Fichero de ocupación del sistema.

En MATLAB, cargue el fichero de ocupación en una variable:

```
>> oc=load('occupancy_Sim1_1.txt');
```

Observe que oc es una matriz de 3 columnas y tantas filas como eventos de llegada o salida de paquetes se hayan producido durante la simulación. Obtenga por pantalla las veinte primeras filas y todas las columnas de dicha matriz:

```
>> oc(1:20,:)
```

Observe la salida y compruebe como los valores se corresponden con los parámetros descritos anteriormente.

Con los datos almacenados en este fichero se dispone de la descripción de la ocupación del sistema a lo largo del tiempo. Se puede obtener una representación gráfica de la siguiente forma:

```
>> t_n=[oc(:,1) oc(:,2)+oc(:,3)];
>> stairs(t_n(:,1),t_n(:,2))
```

También se puede visualizar solo los primeros instantes:

```
>> stairs(t_n(1:50,1),t_n(1:50,2))
```

Como se observa, de los datos de este fichero se puede obtener el tiempo total que pasa el sistema en cada uno de los estados de ocupación, y por tanto es posible obtener las probabilidades de dichos estados. Compruebe y comprenda como el siguiente script obtiene y grafica dichas probabilidades:

```
oc=load('occupancy_Sim1_1.txt');
t=oc(:,1);
sim_time=t(length(t));
it=diff(t);
n=oc(:,2)+oc(:,3);
n=n(1:length(n)-1);
max_state=max(n);
states=0:max_state;
state_probs=zeros(max_state+1,1);
for i = 0:max_state
    tmp1=find(n==i);
    total_time=sum(it(tmp1));
    state_probs(i+1)=total_time/sim_time;
end
bar(states,state_probs);
```

Volviendo a tener en cuenta que la simulación corresponde a un modelo M/M/1, del cual se conoce la expresión para las probabilidades de los estados:

$$p_k = (1 - \rho)\rho^k$$

donde:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

podemos comparar las probabilidades de los estados obtenidas por medio de la simulación, con las probabilidades teóricas:

```
>> rho=0.5;
>> k=[0:max_state-1]';
>> state_probs_theo=(1-rho).* (rho.^k);
>> bar(states,[state_probs state_probs_theo]);
>> legend("simulada","teorica")
```

### 3.4 Sistemas inestables.

Un sistema como el simulado en el ejemplo anterior, al disponer de cola infinita, puede comportarse de manera inestable si la utilización del sistema es mayor o igual que la unidad. Este hecho puede comprobarse por ejemplo disminuyendo en la simulación anterior el tiempo entre llegadas, con lo cual aumentaríamos el tráfico ofrecido. Seleccione para el tiempo entre llegadas un valor de 0.02 segundos, ejecute la simulación y observe el mensaje de inestabilidad generado por el simulador (el color de fondo de la barra de progreso de la simulación pasa a rojo y se da el correspondiente mensaje en el *textbox* de *Output messages*).

Modifique a continuación el valor del tamaño de la cola 1, pasando de -1 (infinito) a cualquier valor finito (por ejemplo 1). En este caso el sistema presentará pérdidas de paquetes pero ya no se comportará de forma inestable. Ejecute la simulación y observe que finaliza sin problemas.

## 4. Ejecución de una simulación con barrido de un parámetro.

Como ejemplo de simulación con barrido de un parámetro se tomará el caso de hacer variable el parámetro *packet rate*. Respecto al caso anterior, cambie el nombre de la simulación por Sim2. Seleccione Packet rate (tasa de llegadas) como tipo de simulación. Observe que el cuadro correspondiente cambia a color verde. Note que en este caso se piden valores de *packet rate*, es decir, paquetes por segundo. (para más detalles ver la sección de simulaciones con barrido del manual de usuario).

Se realizará una tanda de simulaciones variando la tasa de llegadas desde 1 hasta 9 paquetes por segundo, en saltos de un paquete. Para ello se debe introducir en el cuadro correspondiente la expresión 1:9:1 (valor inicial:valor final:incremento).

Ejecute (Run) la simulación, y observe como el simulador realiza nueve iteraciones, una para cada valor solicitado para la tasa de paquetes.

En el caso que nos ocupa de las simulaciones con barrido, el simulador solo ofrece valores medios de los parámetros de interés. Estos valores se proporcionan en el report principal,

## 6 Scalev v4.1. Tutorial.

que ahora está formado por una serie de filas y columnas. Cada fila corresponde a la simulación realizada para cada valor del parámetro variable, y cada columna contiene un resultado de interés (tiempo medio de espera, número medio de elementos en el sistema, probabilidad de pérdidas, etc.). Para una descripción detallada de los valores que se ofrecen en cada una de las columnas vea el manual de usuario.

### 4.1 Análisis del report de resultados.

En MATLAB, cargue el fichero de salida de paquetes en una variable:

```
>> res=load('report_Sim2.txt');
```

Observe que res es una matriz de 9 filas y 24 columnas. Como se ha comentado, cada una de las filas corresponde a una iteración, es decir, a la simulación para cada uno de los valores solicitados para el parámetro variable. Dentro de cada fila, cada una de las columnas ofrece un valor de interés. Por ejemplo, en la primera columna se ofrece el valor concreto del parámetro variable bajo estudio, en la segunda el valor teórico para el tráfico ofrecido (factor de utilización ofrecido teórico), y en la tercera el valor simulado para el tráfico cursado (factor de utilización cursado simulado). Estos dos últimos tráficos se pueden representar gráficamente en función del parámetro variable de tasa de llegadas de paquetes de la siguiente forma:

```
>> plot(res(:,1), [res(:,2) res(:,3)])
>> xlabel('Packet rate');
>> legend('Theoretical utilization','Simulated utilization')
```

Como puede observarse en la figura, ambos tráficos crecen linealmente como es lógico al aumentar la tasa de llegadas. Además, al tratarse de un sistema sin pérdidas, los tráficos ofrecidos y cursados coinciden. Recuerde que los valores para el tráfico ofrecido los calcula el simulador a partir de expresiones teóricas, mientras que los valores para el tráfico cursado se obtienen de la simulación.

Otras posibles representaciones gráficas que se pueden obtener de esta simulación son las siguientes:

- Número medio de paquetes en espera en función del tráfico ofrecido:

```
>> plot(res(:,2),res(:,17),'k-*')
>> xlabel('Offered Traffic');
>> ylabel('Waiting packets');
```

- Tiempo medio de espera en función del tráfico ofrecido:

```
>> figure
>> plot(res(:,2),res(:,7),'b:+')
>> xlabel('Offered Traffic');
>> ylabel('Waiting Time');
```

Estas dos últimas representaciones también pueden compararse con los valores teóricos conocidos para el sistema de cola M/M/1.