

Práctica 1

Introducción a la simulación de redes de computadores con OMNeT++

17 de octubre de 2017

Índice

1. Objetivo	2
2. El simulador OMNeT++ 4.5	2
3. El entorno de desarrollo	3
3.1. Iniciar el entorno de desarrollo	3
3.2. Descripción del entorno de desarrollo	3
3.3. Creación de una red (edición de ficheros NED)	5
3.4. Configuración de una simulación (edición de ficheros INI)	7
3.4.1. Crear un fichero INI	7
3.4.2. Añadir parámetros al fichero INI	7
4. El entorno de simulación	9
5. El entorno de resultados	10
6. El administrador de configuraciones de simulación	11
6.1. Simulaciones múltiples	12
7. Anexo	13
7.1. Organización de Omnet++	13
7.2. Importación y compilación del proyecto Inet-2.1	13
7.3. Carpetas de Inet-2.1	14
7.4. Precedencia de parámetros	15
7.5. Simulación gráfica	15
8. Material de consulta	17

1. Objetivo

El objetivo de esta primera práctica es aprender a utilizar el simulador de redes de computadores OMNeT++ en sus funcionalidades básicas. Se describen sus diferentes entornos (desarrollo, simulación y generación de resultados) y se muestra como utilizarlos. Para ello se diseña y configura una red Ethernet simple, compuesta por un switch y dos ordenadores, uno que actúa como transmisor y el otro como receptor, se simula la transmisión de paquetes entre ellos y se analizan algunos datos tras la simulación.

2. El simulador OMNeT++ 4.5

OMNeT++ es un simulador de eventos, modular, multiplataforma y orientado a objetos. Para propósitos académicos se distribuye bajo una licencia similar a la GPL, pero para su uso comercial se distribuye bajo una licencia comercial con el nombre de OMNEST¹.

OMNeT++ proporciona un entorno genérico para la simulación de cualquier tipo de red, desde el modelado de colas, pasando por arquitecturas hardware, hasta redes de computadores. Para ofrecer esta característica, el simulador separa el núcleo de simulación y el entorno de desarrollo (IDE) de los componentes que verdaderamente se están simulando. Esos componentes pueden ser añadidos posteriormente como paquetes, para darle funcionalidad real al simulador. El entorno de simulación y desarrollo está construido sobre la plataforma Eclipse. Cuenta con muchas de las facilidades que este entorno ofrece a los desarrolladores, como son un editor de código, la gestión de repositorios externos, compilación y ejecución de código desde el mismo entorno, sistema de *debug* integrado y un completo entorno gráfico totalmente personalizable.

A todas estas características se añaden las propias del simulador: soporte completo al lenguaje NED, gestión de los ficheros de configuración de la simulación y diferentes herramientas para el análisis de datos de las simulaciones bajo el directorio “doc”.

La instalación del simulador incluye la guía (UserGuide.pdf) y el manual de usuario (Manual.pdf)². A lo largo de las prácticas con Omnet++ se indicará con una anotación a que sección de la documentación corresponde cada apartado, es muy recomendable consultar la documentación si algo no se entiende o se quiere profundizar más en OMNeT++.

Concepto de módulos en OMNeT++

A diferencia de otros simuladores, OMNeT++ impone el empleo de módulos y unidades lógicas al desarrollar funcionalidades sobre él.

La figura 1 esquematiza la organización modular de OMNeT++. Se pueden observar dos tipos de módulos, simples y compuestos. Los módulos simples son los únicos que proporcionan funcionalidad real, mientras que los módulos compuestos son una agrupación de módulos simples. Los módulos, sean del tipo que sean, actúan como cajas negras, y se debe interactuar con ellos enviando y recibiendo mensajes usando las entradas y salidas

¹A través de Poliformat se suministra una máquina virtual con Omnet++ 4.5 instalado. Si se realiza una instalación del simulador fuera del laboratorio para realizar las prácticas del curso se debe usar la versión 4.5 (disponible en www.omnetpp.org) ya que versiones posteriores pueden introducir cambios e incompatibilidades con el código proporcionado.

²La documentación disponible se encuentra en el directorio `/opt/omnetpp-4.5/doc/` de la instalación de Linux. Además, el fichero UserGuide.pdf está también accesible desde Poliformat.

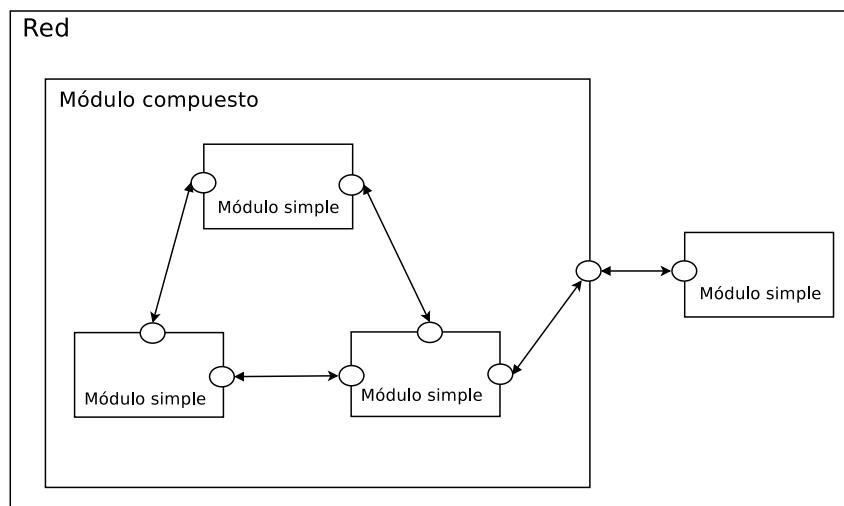


Figura 1: Módulos en OMNeT++.

que los módulos definen. Todos los módulos deben de estar incluidos en una red que actúa como escenario de simulación.

En el anexo 7.1 se describen algunos de los tipos de fichero utilizados por Omnet++. Entre ellos, los de tipo NED, INI y ANF se utilizarán de manera directa durante las prácticas del curso y serán descritos también cuando vayan a ser utilizados.

3. El entorno de desarrollo

3.1. Iniciar el entorno de desarrollo

En el home de vuestro usuario encontrareis una carpeta llamada “DCLAN”. Esta carpeta contiene la carpeta *Workspace* del simulador y, opcionalmente, también se puede utilizar para almacenar los diferentes ficheros descargados del Poliformat necesarios para esta u otras prácticas de Omnet.

Debemos arrancar el simulador desde el menu de aplicaciones, bajo la sección “Programación”³ (la aplicación suele abortar la primera vez que se ejecuta y hay que volver a arrancarla). Una vez en ejecución, se nos pide cuál será la ruta de trabajo o *Workspace*: seleccionamos la carpeta “Workspace” dentro de DCLAN. A continuación, aparece una ventana donde se nos pregunta si queremos descargar el proyecto “Inet” de Internet e importarlo, junto con algunos ejemplos: hay que seleccionar CANCELAR.

3.2. Descripción del entorno de desarrollo

El entorno de desarrollo está dividido en varias áreas (figura 2):

- Superior izquierda: pestaña “Project explorer”, la cual nos permitirá navegar por los ficheros de proyectos;

Comprobad que en el explorador de proyectos se muestra la carpeta “inet”. Esta carpeta contiene el proyecto Inet-2.1, que usaremos en las prácticas de Omnet para llevar a cabo

³También se puede ejecutar desde la consola con `/opt/omnet_4.5/bin/omnetpp`.

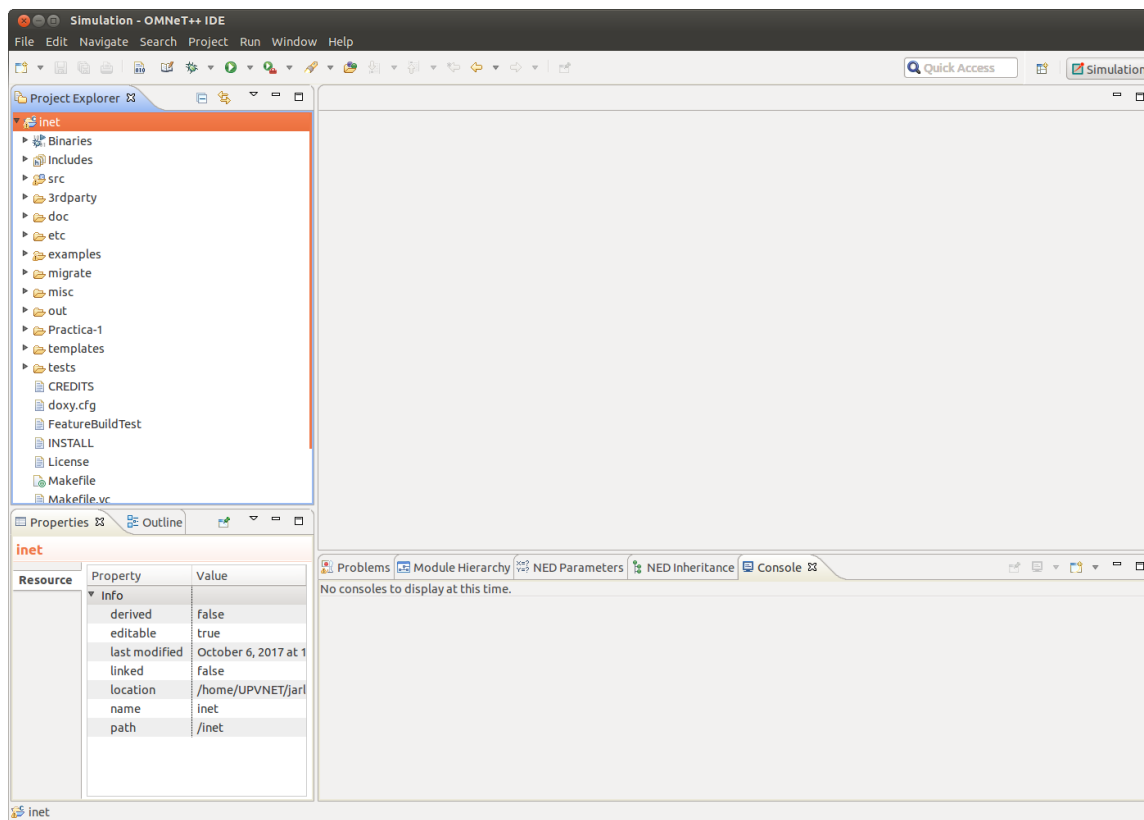


Figura 2: Pantalla del entorno de desarrollo.

las simulaciones. Inet-2.1 es un conjunto de implementaciones de modelos de diferentes tecnologías de red, como pueden ser UDP, TCP, Ethernet, IEEE 802.11, etc., basado en el proyecto Inet que ofrece Omnet pero adaptado para nuestra asignatura. En el anexo 7.3 se describen las carpetas que lo forman y su propósito. El proyecto se proporciona listo para trabajar, ya importado y compilado⁴.

- Inferior izquierda: pestaña “Properties”, que nos da información de los ficheros seleccionados en “Project explorer”;
- Inferior: diversas pestañas entre las que destacamos la pestaña “Console”, que mostrará la salida estándar del simulador de la que se puede obtener información como, por ejemplo, de las simulaciones efectuadas, y la pestaña “Problems” donde se señalan errores y warnings durante la edición de ficheros (por ejemplo fallos de sintaxis) y la compilación de proyectos y simulaciones.
- Ocupando gran parte de la pantalla (si no habéis abierto ningún fichero ahora mismo estará en gris) se encuentra el editor de textos integrado en Eclipse.

En el capítulo 1 de la guía de usuario se encuentran más detalles del entorno de desarrollo.

⁴Los alumnos que utilicen el software de Omnet en alguna máquina diferente de las del laboratorio (incluida la máquina virtual suministrada en Poliformat), deberán importar y compilar el proyecto Inet. Las instrucciones para hacerlo se encuentran en el anexo 7.2. El proceso completo puede durar unos 20 min.

3.3. Creación de una red (edición de ficheros NED)

Un fichero NED (*Network Description*) contiene la estructura de un modelo de simulación en lenguaje NED. Básicamente, esto incluye los componentes y la topología de la red sobre la que se pretende llevar a cabo simulaciones (*capítulo 2 de la guía de usuario*).

Seguiremos los siguientes pasos para crear la estructura de la red sobre la que realizaremos nuestras primeras simulaciones con OMNeT++:

1. **Crear la carpeta “Practica-1”.** Hacemos click derecho sobre el proyecto “inet” y luego, navegando por el menú desplegable, “New” -> “Folder” introducimos “Practica-1” y pulsamos “Finish”.
2. **Añadir la carpeta “Practica-1” a la ruta de carpetas NED.** Hacemos clic derecho en el proyecto “inet” y elegimos “Properties” en el menú desplegable. Bajo el apartado “OMNeT++” se encuentra el subapartado “NED Source Folders”, donde debemos seleccionar la carpeta recién creada para su inclusión en la lista de carpetas destinadas a contener simulaciones (figura 3).

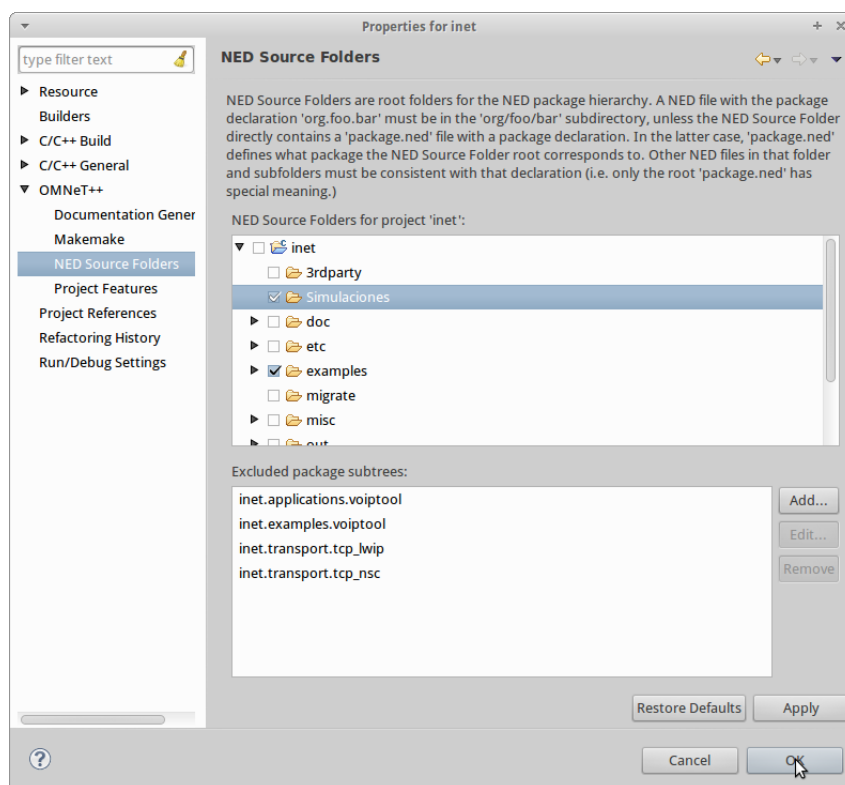


Figura 3: Añadir directorio a la ruta de ficheros NED.

3. **Crear un fichero NED vacío.** Haciendo click derecho en la carpeta “Practica-1” seleccionamos “New->Network” (no confundir con “Network Description File”). La llamaremos “RedEnana.ned” y la crearemos vacía seleccionando “An empty network”.

Una vez creada la red (vacía), en la parte central del entorno de desarrollo encontramos dos pestañas que nos permiten cambiar entre la vista “Design” y la vista “Source”. Si tenemos seleccionada la vista “Design”, en la parte central se mostrará el croquis de la

nueva red sobre fondo gris (vacío), y en la parte derecha, la zona “Palette”, que ofrece una serie de herramientas y módulos disponibles para añadir a la red recién creada (figura 4, parte derecha).

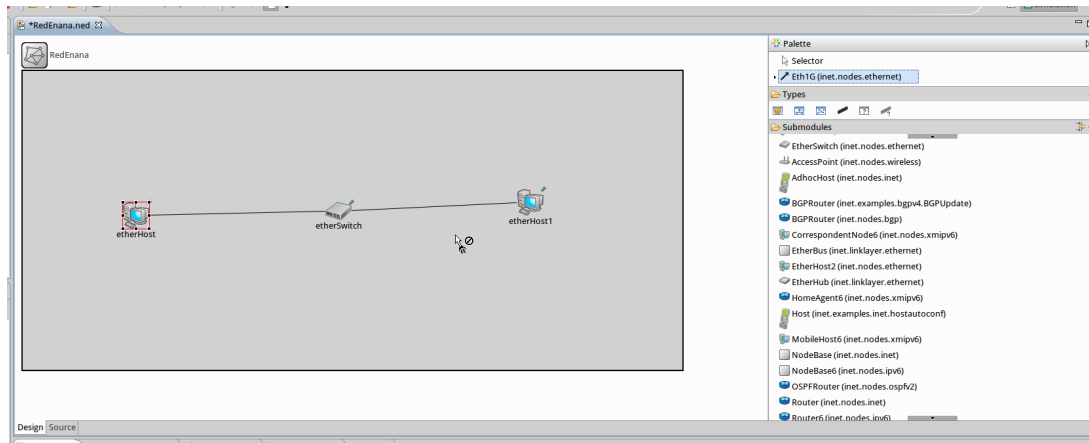


Figura 4: Creación del escenario de RedEnana.

4. Diseñar una red Ethernet. Nuestra red estará compuesta por un switch y dos ordenadores (su estructura quedará guardada en el fichero NED). Seleccionada la vista “Design”, desde la zona “Palette-Submodules” añadimos un “EtherSwitch” y dos “EtherHost” a la zona de diseño haciendo click en el item y, a continuación, clic en el área gris (no confundir con “EtherHost2”, y notar que los módulos usados recientemente reaparecen arriba en la lista). Posteriormente, añadiremos una conexión “Eth1G” (desplegable “Connection”) con la que conectaremos ambos nodos al switch. El aspecto final debe ser similar al de la figura 4. Para terminar, cambiamos los nombres por defecto de los ordenadores a “nodoTransmisor” y “nodoReceptor” (click derecho sobre ambos y “Properties”).

Si cambiamos la vista a modo “Source” podemos observar cómo se ha añadido el código correspondiente a los módulos añadidos. En este caso, se importan automáticamente los paquetes necesarios y se declaran los módulos y conexiones empleados. Y a la inversa, los cambios realizados en este código también serán reflejados en la vista “Design”. Como ejemplo de uso del modo modo Source cambiaremos la conexión de Gigabit Ethernet a una Fast Ethernet “Eth100M” (recuerde añadir el import correspondiente) y comprobaremos que la vista “Design” se ha actualizado correctamente.

Observa que si se selecciona un elemento de la red (herramienta “Selector”), en la pestaña de la parte inferior denominada “NED Parameters” se muestran los parámetros que se pueden configurar en ese módulo en concreto, así como sus valores por defecto. Si seleccionamos una de las conexiones podemos observar cual es su velocidad de transmisión, las diferentes tasas de error, o la longitud del segmento de cable usado.

Si hacemos doble click sobre cualquiera de los “etherHost” se nos abrirá en otra pestaña definición del módulo (obtenida del fichero NED correspondiente). De ello se deduce que “etherHost” es un módulo compuesto, como se ha explicado en la introducción. Si analizamos de qué está compuesto, encontraremos un módulo que simula el nivel MAC, otro que simula el nivel LLC, una cola de paquetes para priorizar las tramas PAUSE y dos aplicaciones, cliente y servidor. Tras ello podeis cerrar esta pestaña.

3.4. Configuración de una simulación (edición de ficheros INI)

Un fichero INI (*Initialization File*) contiene la especificación necesaria para ejecutar una simulación en una red (*capítulo 3 de la guía de usuario*). A continuación usaremos el editor de ficheros INI para configurar algunos parámetros de la simulación que más tarde ejecutaremos sobre la red creada en el fichero NED anterior.

3.4.1. Crear un fichero INI

1. Clic derecho en la carpeta “Practica-1”, “New” -> Initialization File (ini). En la ventana abierta llamamos “RedEnana.ini” al nuevo fichero INI, clic en “Next” y seleccionamos “Empty Ini file” y, finalmente, clic en “Next” y buscamos y seleccionamos la red “RedEnana” que hemos creado en el apartado anterior (figura 5).

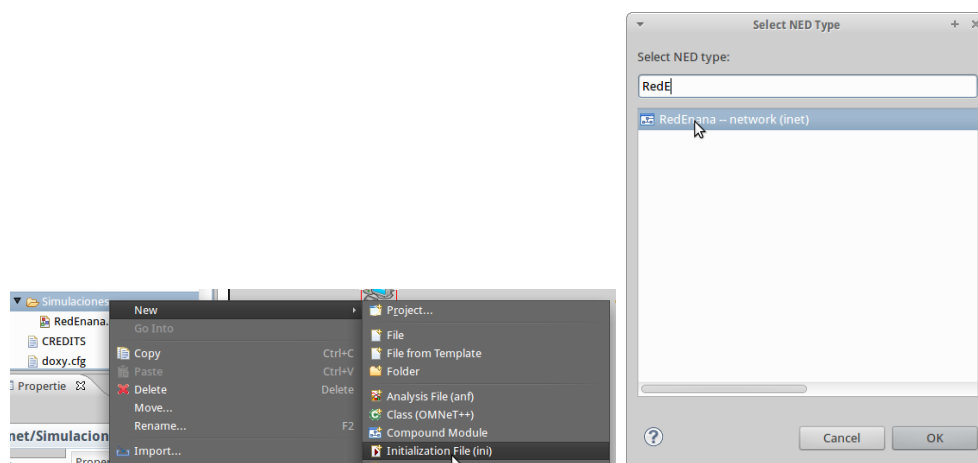


Figura 5: Creación de un fichero INI

Se nos mostrará la vista “Source” del fichero INI en una nueva pestaña.

2. Situándonos en la vista “Form”, procederemos a definir un tiempo límite de simulación de “5s”, y en el apartado “EventLog” activaremos “Enable eventlog recording”. Si cambiamos a la vista “Source” comprobaremos como, efectivamente, hemos modificado ambos parámetros.

Si desplegamos ahora la carpeta “Practica-1” en el explorador de archivos comprobaremos que aparecen los ficheros NED e INI creados.

3.4.2. Añadir parámetros al fichero INI

Aprenderemos a definir parámetros de una simulación directamente sobre el código del fichero INI, en la ventana principal de la vista “Source”, por ser lo más ágil. Para ello es conveniente ayudarse de un desplegable con autocompletado que nos aparece si pulsamos <CTRL + Space> mientras escribimos y que nos servirá de filtro. Así pues, añadid los siguientes parámetros genéricos:

```

**.address = "auto"
**.mtu = 1500B
**.nodoTransmisor**.promiscuous = false
**.txQueueLimit = 0

```

Comprobad que estos parámetros se muestran también en la sección “Parameters” de la vista “Form”. Desde aquí se puede acceder a un asistente para la definición de parámetros (botón “Add...”), aunque lo desaconsejamos por no ser funcional.

En la red que vamos a simular, el nodo “nodoTransmisor” enviará paquetes de un tamaño determinado al nodo “nodoReceptor”, el cual responderá a cada paquete recibido con un paquete enviado hacia el origen. Así, definiremos el destino de los paquetes generados por “nodoTransmisor” mediante el parámetro “destAddress” del módulo “etherHost”:

```

**.nodoTransmisor.cli.destAddress = "nodoReceptor"

```

“nodoTransmisor” comenzará en el segundo cero a enviar paquetes al destino:

```

**.nodoTransmisor.cli.startTime = 0s

```

El tamaño de los paquetes de peticiones es de 1000B:

```

**.nodoTransmisor.cli.reqLength = 1000B

```

No existe un parámetro específico para la tasa de envío. Para ello se utiliza “sendInterval”, que permite ajustar el tiempo transcurrido entre el envío de paquetes consecutivos:

```

**.nodoTransmisor.cli.sendInterval = 0.0002s

```

Ejercicio 1

En base a los parámetros especificados para el nodo transmisor, calcula la tasa de envío o *bitrate* [Solución: 40Mbps].

Nota: si no se quiere dedicar tiempo de la práctica, el ejercicio se puede resolver fuera de la sesión.

Manteniendo el puntero del ratón sobre un parámetro, aparece un *popup* con información de dicho parámetro (no todos tienen). Para comentar una línea puede usarse el símbolo “#” al principio de la línea.

El lenguaje empleado en los ficheros INI permite la asignación múltiple de parámetros comunes mediante el uso del carácter “*”. Por ejemplo, si añadiésemos la línea “*.duplexMode = true”, todos los nodos que dispongan del parámetro “duplexMode” recibirían el valor “true” (y además desaparecerían de la pestaña “NED Parameters”).

Se pueden consultar los parámetros modificables de los módulos incluidos en la red en las pestañas “Module Hierarchy” y “NED Parameters” de la parte inferior, o como se acaba de ver, durante la edición del fichero INI. En el anexo 7.4 se comentan algunas nociones sobre la precedencia de parámetros en Omnet.

4. El entorno de simulación

Para iniciar una simulación, una vez creado y configurado nuestro escenario, desde el menú principal seleccionamos “Run -> Run As... -> OMNeT++ Simulation” teniendo activa la pestaña “RedEnana.ini” (*capítulo 6 de la guía de usuario*). Se abrirá una nueva ventana con varios paneles (figura 6). Arriba a la derecha, con fondo verde, se puede observar el escenario que hemos creado en “RedEnana.ned”; abajo derecha, un log de eventos; arriba izquierda, una lista de los módulos y eventos de la simulación (*administrador de eventos*), y; abajo derecha otro con información sobre módulos, parámetros y valores. Además, en la parte superior, hay una línea de tiempo en la que se representan los eventos, y también disponemos de una barra bajo el menú superior con diversos botones que nos permiten lanzar, pausar o reanudar la simulación a diferentes velocidades.

Iniciad la simulación pulsando el boton “Express”. Podeis ver el tiempo consumido arriba junto a la linea del tiempo (valor t=...). Cerrad la ventana de simulación cuando finalice. Si se notifica algún error será probablemente porque tengais algún error sintáctico en el código del fichero INI.

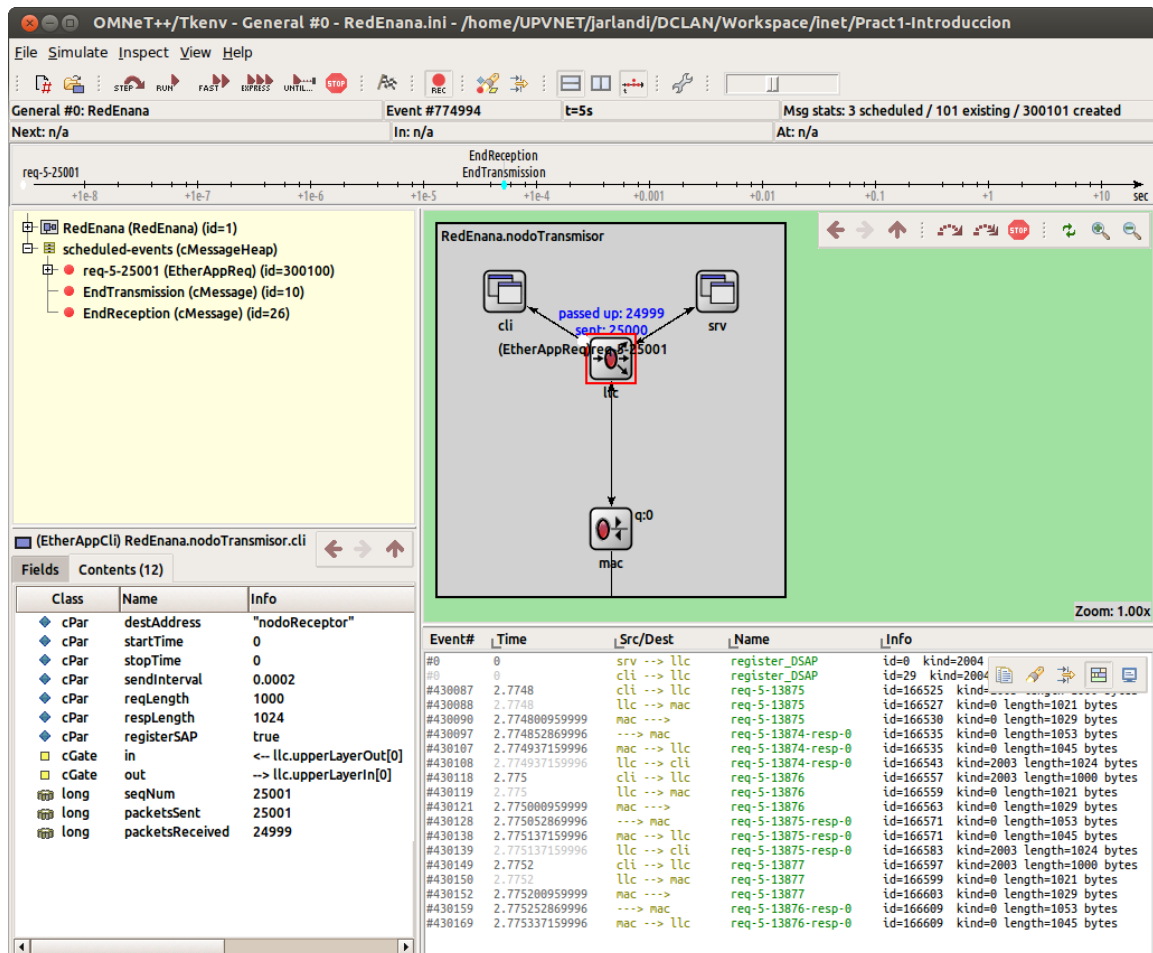


Figura 6: Ventana de simulación.

En el apartado 7.5 se describen más detalles de cómo llevar a cabo simulaciones en modo gráfico, detenerlas, examinar el contenido de los módulos y hacer un seguimiento de los eventos producidos.

5. El entorno de resultados

Una vez completada la simulación correctamente, una nueva carpeta “results” debera aparecer dentro de la carpeta “Practica-1” (sinó clic derecho sobre “Practica-1” y “Refresh”). La carpeta “results” contendrá cuatro ficheros con extensiones ELOG, VCI, SCA (este puede tardar en aparecer) y VEC. Al hacer doble click sobre un de los ficheros VEC o SCA se genera el correspondiente fichero ANF (llamado “General.anf”).

Los ficheros ANF presentan los datos resultado de una o varias simulaciones, y almacenan diferentes conjuntos de operaciones que se pueden realizar sobre dichos datos (*capítulo 9 de la guía de usuario*). La vista de los ficheros ANF presenta tres pestañas:

- “Inputs”. Indica los ficheros de resultados empleados para procesar los datos.
- “Browse data”. Podemos observar el valor numérico de todos los datos recogidos durante la simulación, agrupados en “Vectors”, “Scalars” y “histogram”. Navegando por todos ellos podemos analizar las estadísticas obtenidas, como por ejemplo, el número de paquetes perdidos. Estos datos pueden ser tratados directamente en Omnet++ (con las limitaciones del sistema) o exportados en formato Comma-Separated Values (CSV) para ser analizados por otras aplicaciones externas (como Gnuplot, LibreOffice Calc, Excel, etc.).
- “Datasets”. Permite programar las diversas operaciones de tratamiento de los datos de la simulación.

Atención: en las prácticas, habitualmente consultaremos la pestaña “Scalars” de “Browse data” (o excepcionalmente “Vectors”). Es importante ayudarnos de los filtros allí disponibles para visualizar únicamente los parámetros de interés. Puedes usar el comodín “” para buscar subcadenas en nombres de parámetros (caja statistic name filter).*

Ejercicio 2

Consultar los parámetros pertinentes en la pestaña "Scalars" para contestar las cuestiones:

- a) Compara la tasa de bits/s especificada con la obtenida en la simulación (ejemplo de patrón de filtrado “*bits*”).
- b) Averigua el número total de paquetes enviados por nodoTransmisor (ejemplo de patrón de filtrado “*frames*”).
- c) Averigua la tasa de bits/s que envía "nodoReceptor" en respuesta a "nodoTransmisor".

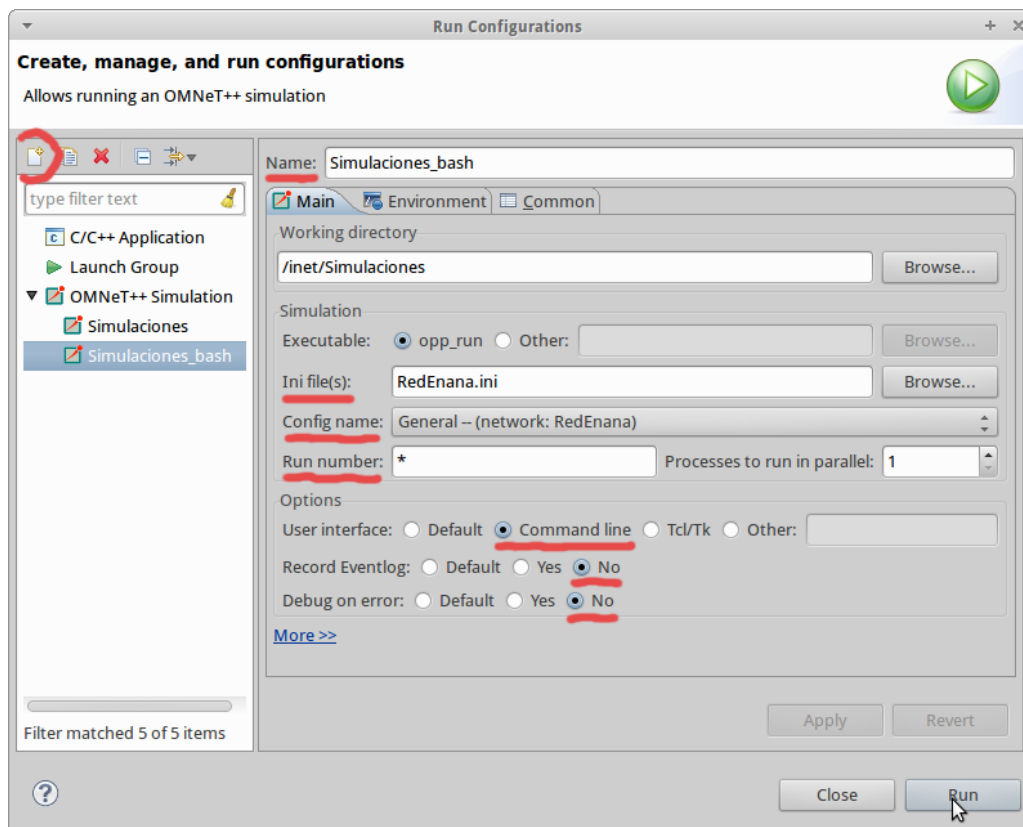


Figura 7: Ejecución de varias simulaciones en la consola.

6. El administrador de configuraciones de simulación

En los apartados anteriores hemos visto como ejecutar una simulación simple en modo gráfico. No obstante, sería útil poder variar determinadas opciones de ejecución de las simulaciones. Para ello existe la herramienta “Administrador de configuraciones de simulación” o *Run Configurations* (figura 7) a la que se accede al seleccionar “Run” -> “Run Configurations...” desde el menú principal.

En la parte izquierda de la ventana del administrador se muestra una lista de configuraciones de ejecución preexistentes, donde se puede elegir una para ejecutarla, editarla, duplicarla, o simplemente crear una nueva. El botón “Apply” guarda los cambios.

Entre las opciones configurables destacamos las siguientes:

- “Ini file(s)”: Nombre del fichero INI con el que estamos trabajando.
- “Config name”: sección del fichero INI que se quiera ejecutar (en las prácticas siguientes veremos qué es una sección). Si no hay ninguna sección definida (como ocurre en esta práctica) se debe seleccionar “General” para indicar que se la simulación usará la configuración general del fichero.
- “User interface”: simulación en modo gráfico (“Default” o “Tcl/Tk”), o en consola (“Command line”) para ejecuciones en segundo plano (o *background*).
- “Record eventlog” y “Debug on error”: permite escoger si se desea o no un fichero log de salida, o una ejecutar en modo depuración de errores. Se recomienda elegir “No” si se quiere que la simulación vaya más rápida.

6.1. Simulaciones múltiples

El propósito de una simulación es, entre otros, experimentar con diversos métodos, implementaciones o parámetros para un determinado escenario y comparar los resultados. Para ello es muy útil poder asignar varios valores a uno o más parámetros y lanzar simultáneamente tantas simulaciones como resulten de combinar dichos valores (*sección 6.4 de la guía de usuario*).

La siguiente línea muestra un ejemplo donde se asignan tres valores diferentes a un mismo parámetro:

```
**nodoTransmisor.cli.sendInterval = ${0.0002s,0.0001s,uniform(0s,0.0001s)}
```

La opción del administrador de configuraciones que permite lanzar simultáneamente todas las simulaciones resultantes de la combinación de parámetros es la siguiente:

- “Run number”: Se pueden enumerar los “Run id” de las combinaciones a ejecutar. En caso de querer ejecutarlas todas introducir “*”.

Lógicamente, las simulaciones múltiples se deberán lanzar en segundo plano (es decir sin modo gráfico), para lo cual deberemos tener seleccionada la opción “Command line” en “User interface”.

Tras presionar el botón “Run”, las simulaciones se ejecutarán secuencialmente y la salida se mostrará en la pestaña “Console” (parte inferior de la pantalla). En el extremo inferior derecho se muestra el progreso de la simulación. Al finalizar, en la carpeta “results” aparecerá un grupo de ficheros por cada una de las simulaciones ejecutadas, numeradas a partir de 0. Haciendo doble clic en uno cualquiera de los ficheros VEC se generará un único fichero ANF que contendrá los resultados de las todas simulaciones. De nuevo, los filtros de la pestaña “Scalars” serán de gran ayuda para visualizar únicamente aquellos parámetros de interés.

Ejercicio 3

Configurar y ejecutar una simulación múltiple donde se varíe la tasa de envío de paquetes. Habrá que modificar el fichero “RedEnana.ini” de acuerdo con el ejemplo anterior, crear una configuración propia en el Administrador de configuraciones y elegir las opciones adecuadas. Si quieres puedes dar un nombre a la nueva configuración. Tras la simulación:

- Obtener la tasa de bits recibida en ambos nodos para cada simulación.
- Comprobar que la tasa de envío es la esperada en cada cada simulación.

7. Anexo

7.1. Organización de Omnet++

Para conseguir un entorno consistente OMNeT++ utiliza diversos tipos de ficheros, tanto estándares como propios. Entre estos se encuentran:

Ficheros NED

Estos ficheros propios de OMNeT++ son los que describen los módulos, con sus entradas, salidas y parámetros. Si están correctamente especificados, indican también las diferentes estadísticas que se pueden obtener de cada uno de estos módulos. Un posible símil de estos ficheros podría ser un interfaz Java, siendo tremendamente versátiles y permitiendo, entre otras operaciones, la herencia (*sección 2 de la guía de usuario*).

Ficheros INI

Estos ficheros son los que se emplean para definir los parámetros de la simulación. En estos ficheros se indica, para cada uno de los parámetros de los diferentes módulos de la simulación, qué valor deben tomar. Permiten definir en un mismo fichero diversos escenarios de simulación así como diversos valores para una misma variable, lo que permitirá al entorno de simulación lanzar diversos experimentos con las diferentes combinaciones de parámetros solicitadas (*sección 3 de la guía de usuario*).

Ficheros ANF

Los ficheros ANF se crean bajo demanda a partir de los resultados de las simulaciones. Presentan los datos de las simulaciones así como diferentes conjuntos de operaciones que se pueden realizar sobre ellos (*capítulo 9 de la guía de usuario*).

Ficheros MSG

Describen los mensajes que se pueden enviar entre sí los diferentes módulos. Sería el equivalente a *struct* en C++ (*sección 4 de la guía de usuario*).

Código C++

En los ficheros C++ se encuentra toda la lógica de los módulos. Van asociados a los módulos simples (descritos en sus correspondientes ficheros NED) y se requiere que implementen diversas funciones para que se integren correctamente en el simulador. Como en estas prácticas no se programarán estos ficheros, no se comentará nada más sobre su uso (*sección 5 de la guía de usuario*).

7.2. Importación y compilación del proyecto Inet-2.1

Para trabajar esta y otras prácticas de Omnet, los alumnos que utilicen un máquina diferente de la del laboratorio deberán crear, en primer lugar, una carpeta llamada “DCLAN” en el home de su usuario, descargar el fichero “Inet-2.1-dcral.tar.gz” que se encuentra en Poliformat (no hay que descomprimirlo) y guardarlo en la carpeta DCLAN.

Para proceder a la importación del proyecto “Inet-2.1” (figura 8):

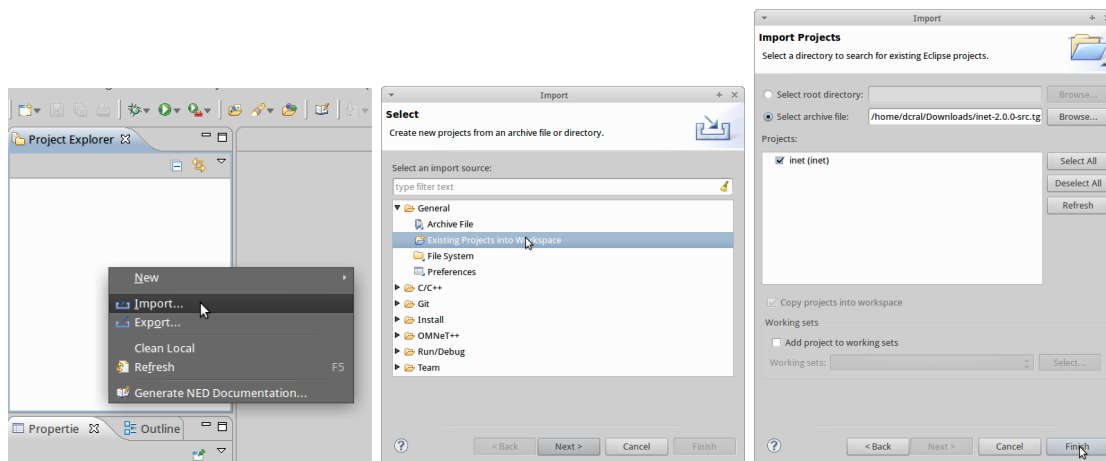


Figura 8: Importar Proyecto.

- File -> Import -> General -> Existing Projects into workspace -> Next.
- En la nueva ventana, seleccionar “Select an archive file”, pulsar “Browse...”, seleccionar el fichero “inet-2.1-dcral.tar.gz” descargado de Poliformat y pulsar “Finish”.

Ahora a la izquierda, en “Project explorer” debe aparecer el proyecto “inet”. En el anexo 7.3 se describen las carpetas que lo forman y su propósito.

Una vez importado el proyecto hay que compilarlo (este proceso puede durar unos pocos minutos). Para ello, seleccionar la carpeta “inet” y presionar “Ctrl+B”. Durante el proceso, en la pestaña “Console” (parte inferior) se muestra la salida de la compilación⁵. Otra forma de compilar el proyecto es haciendo click derecho sobre la carpeta “inet” y posteriormente seleccionar “Build Project”. Si en la pestaña consola del área inferior de la pantalla se indica que no ha habido errores, el proyecto estará listo para ser utilizado.

7.3. Carpetas de Inet-2.1

El proyecto Inet está compuesto de diversas carpetas entre las que se pueden encontrar:

src Contiene las implementaciones de las tecnologías y protocolos incluidos en Inet.

3rdparty Ubicación donde se aconseja realizar las implementaciones de módulos propios.

doc Contiene la documentación disponible para Inet.

etc Contiene diversas herramientas necesarias para el uso de determinados módulos de simulación.

examples Para cada una de las tecnologías y protocolos implementados se incluye un escenario de ejemplo.

migrate Herramientas para la migración de módulos de versiones anteriores.

templates Diversos ejemplos de escenarios de simulación ya montados.

tests Escenarios para comprobar el correcto funcionamiento de los módulos de Inet.

⁵Si aparecen errores, hay que recompilar una segunda vez (esta vez es mucho más rápido y cesan los errores).

7.4. Precedencia de parámetros

OMNeT++ permite la definición de valores de parámetros a varios niveles: a nivel de módulo (por ejemplo en StandardHost.ned), que afecta a todas las redes y simulaciones que utilicen este módulo; a nivel de red (archivos NED), que afecta así a todas las simulaciones que utilicen esta red; y en el fichero INI, que tan solo afecta a la simulación configurada en dicho fichero.

Hay que tener en cuenta el correcto orden de asignación de parámetros para evitar que la configuración de los diferentes módulos no sea la correcta. Así, los parámetros definidos primero prevalecen sobre los que se definan después.

7.5. Simulación gráfica

A continuación se describe cómo llevar a cabo simulaciones parciales en modo gráfico e ir viendo y examinando diversos aspectos del proceso. Los modos de ejecución de una simulación disponibles son los siguientes (*capítulo 7 de la guía de usuario*):

Step Simulación evento a evento.

Run Lenta. Permite seguir la simulación en modo gráfico.

Fast_y_Express Rápida y lo más rápida posible, respectivamente.

Until Permite indicar un evento o un momento del tiempo en el que la simulación se detendrá.

Stop Detiene la simulación. Se puede ranudar con cualquiera de los anteriores.

Podemos navegar (doble clic) sobre cualquiera de los módulos y submódulos del escenario para explorar su contenido durante las simulaciones parciales lo que permitirá, además, hacer un seguimiento visual de los eventos a medida que se van produciendo. La figura 9 muestra algunos de los pasos de la simulación. Así, para familiarizarse con el uso del entorno, se propone el siguiente ejercicio (el alumno lo puede examinar también por su cuenta o ejecutar tantas simulaciones como desee).

Ejercicio 4 (no obligatorio)

Vuelve a asignar el valor inicial (único) al parámetro “sendInterval”.

- Lanza la simulación en modo gráfico seleccionando “Run -> Run As... -> OM-NeT++ Simulation” teniendo activa la pestaña “RedEnana.ini”. Veremos como los mensajes se van transmitiendo entre los diversos dispositivos. Detenemos la simulación, hacia la mitad.

Haciendo doble clic en cualquiera de los módulos compuestos podemos visualizar la simulación en su interior (algunos de los pasos descritos se muestran en la figura 9):

- Hacemos doble clic sobre “nodoReceptor”. Hacemos click derecho sobre “srv” y seleccionamos “Run until next event in module srv” (o directamente pulsamos botón en barra flotante) y la simulación continuará. Veremos como un mensaje generado en “nodoTransmisor” llega a nuestro módulo “srv” en “nodoReceptor” (esta misma opción también se puede encontrar en el administrador de eventos -panel izquierdo superior). Repetir la acción un par de veces.
- Desde el administrador de eventos (panel superior izquierdo), hacer click derecho en “generateNextPacket”, que se encuentra dentro de “scheduled-events” y seleccionar “Run Until Delivery ...”, con lo que se ejecutará la simulación hasta ese evento en concreto. En esta ventana podemos ir apreciando como se van creando, enviando y recibiendo mensajes que se irán ordenando en la línea de tiempo de los eventos (parte superior de la ventana principal).
- En el panel izquierdo inferior podemos vigilar ciertos parámetros en tiempo de simulación. Por ejemplo, si hacemos clic en el módulo “cli” de “nodoTransmisor” veremos los valores de “packetSent” y “packetsReceived”. Haz “Run until next event” varias veces y observa cómo van aumentando los contadores de paquetes.

Al pulsar el botón “Express”. Se prescindirá de mostrar una gran cantidad de animaciones lo que acelerará la simulación.

- Cuando termines de hacer pruebas pulsa el botón “Express” y la simulación terminará cuando el marcador “t” (junto a la línea de eventos, figura 9 inferior) llegue al valor de tiempo indicado en la configuración, que en nuestro caso es de 5 segundos.

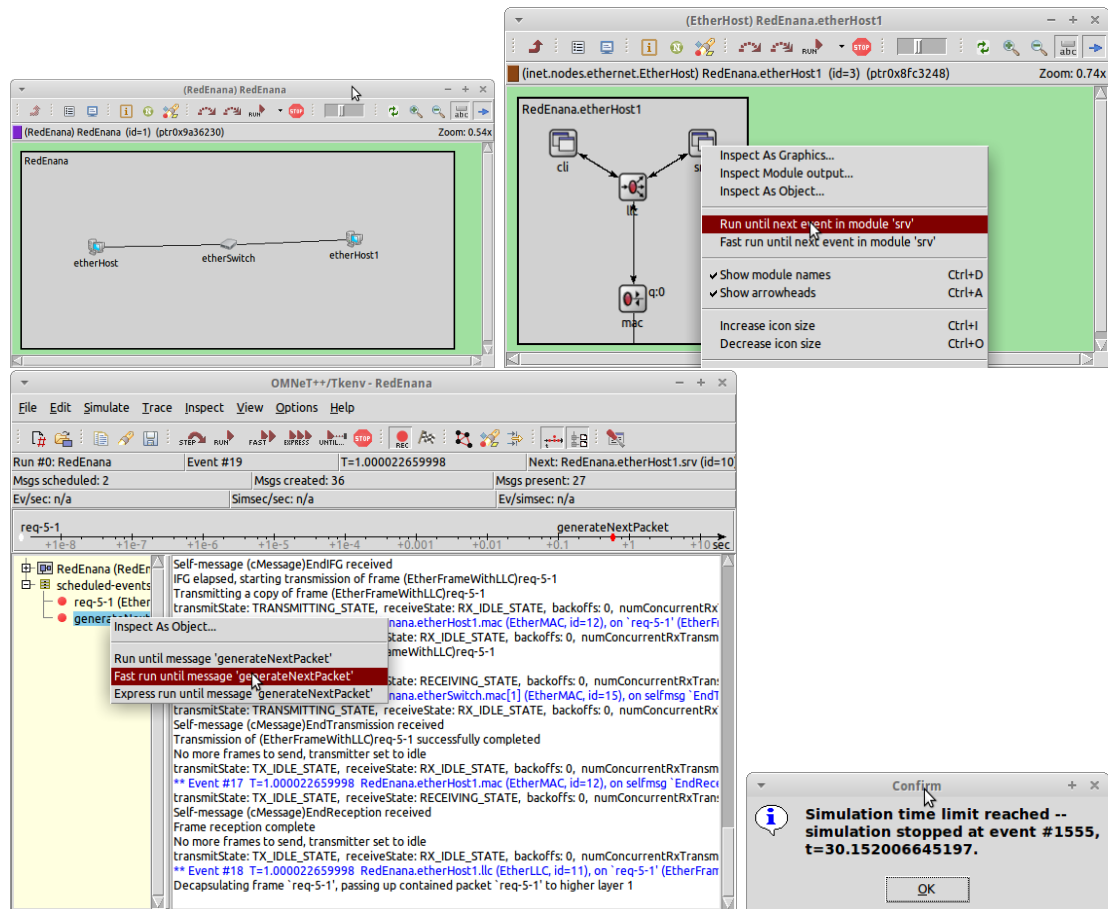


Figura 9: Pasos de la simulación gráfica del ejercicio 4.

8. Material de consulta

1. Manual de instalación de OMNeT++
/opt/omnetpp-4.5/doc/InstallGuide.pdf
2. Guía de Usuario de OMNeT++
/opt/omnetpp-4.5/doc/UserGuide.pdf
3. Manual de Usuario de OMNeT++
/opt/omnetpp-4.5/doc/Manual.pdf
4. Ejemplo Tic-Toc
/opt/omnetpp-4.5/doc/tictoc-tutorial/