

## Introducción

Fundamentos de OPNET IT Gurú Edición académica.

### Objetivos

En esta práctica pretendemos mostrar los fundamentos básicos del uso de OPNET IT Gurú Edición académica. OPNET IT Gurú Edición académica permite entender mejor los conceptos principales de las redes de computadores, y enfrentarse de manera eficiente a la administración y resolución de problemas que podemos encontrar en redes reales.

### Descripción

OPNET IT Gurú proporciona un entorno virtual de red que modela el comportamiento de una red por completo, incluyendo sus ruteadores (*routers*), conmutadores (*switches*), protocolos, servidores y aplicaciones en red. Este entorno de trabajo es de gran utilidad para los responsables de informática e I+D, diseñadores de redes, operadores y personal de mantenimiento de red, etc. ya que permite diagnosticar problemas de una forma eficiente, validar cambios en la red antes de implementarlos y prever el comportamiento de la red ante futuros escenarios como crecimiento de tráfico, fallos de red, etc.

El módulo de OPNET “Aplicación para la Caracterización del Entorno” (*Application Characterization Environment, ACE*) permite a las empresas identificar de raíz problemas existentes en las prestaciones de las aplicaciones en red, y resolver estos problemas de manera eficiente y con bajo coste. Además permite cuantificar el impacto de los cambios realizados.

En esta práctica se pretende mostrar los fundamentos del programa OPNET IT Gurú Edición Académica. El alumno aprenderá a instalar y ejecutar OPNET IT Gurú Edición Académica, se familiarizará con algunas de las preferencias, y practicará con el software por medio de un tutorial totalmente guiado.

La mayoría de prácticas que veremos en la asignatura Redes de Computadores del 3º curso de AUS del IPS están basadas en la herramienta OPNET IT Gurú Versión Académica release 9.1. Si tu ordenador personal cumple los requerimientos del sistema que se indican a continuación puedes instalar el software para poder realizar estas prácticas en tu hogar y solicitar una copia lista para instalar a la cátedra o bajarla de:

[http://enterprise37.opnet.com/4dcgi/SIGNUP\\_NewUserOther](http://enterprise37.opnet.com/4dcgi/SIGNUP_NewUserOther)

Requerimientos del sistema:

- Intel Pentium III, 4 o compatible (500 Mhz o más)

- 256 MB de memoria RAM
- 400 MB de espacio en disco
- Pantalla: 1024 x 768 o mayor resolución, 256 colores o más
- Windows NT, Windows 2000 o Windows XP (con Service Pack 1)

## Pasos

### Arrancar OPNET IT Gurú Edición Académica

Para iniciar OPNET IT Gurú Edición Académica:

1. Pincha en **Inicio** → **Programas** → **OPNET IT Guru Academic Edition x.x** → **OPNET IT Guru Academia Edition**, donde **x.x** es la versión del programa (por ejemplo, 9.1).
2. Lee el texto sobre la licencia, y si estás de acuerdo, pincha en **I have read this SOFTWARE AGREEMENT and I understand and accept the terms and conditions described herein**.

Ahora deberías de ver la ventana de inicio de OPNET IT Gurú Edición Académica, tal y como se muestra aquí:

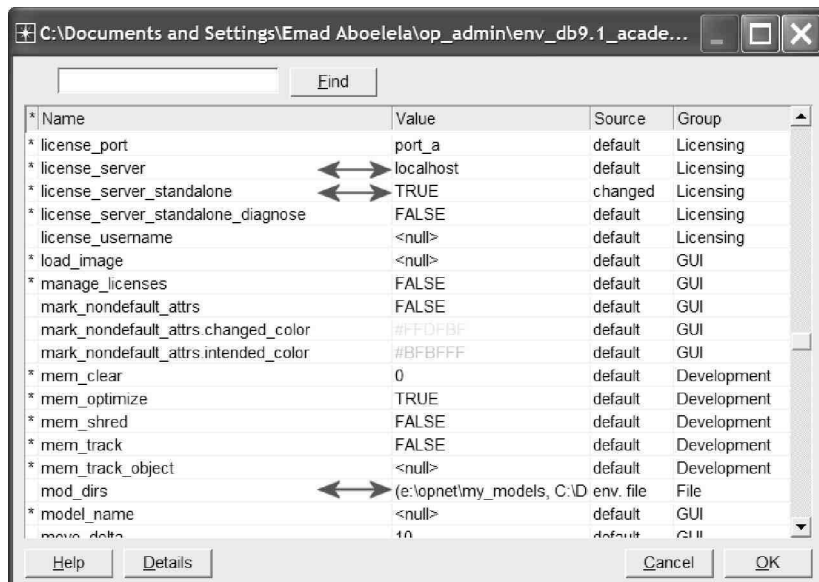


### Comprobar las preferencias de OPNET

Las preferencias en OPNET permiten visualizar y editar atributos de entorno que controlan las operaciones del programa. En esta práctica vamos a comprobar tres de estos atributos de entorno.

1. Después de arrancar OPNET, selecciona **Preferences** desde el menú **Edit**.
2. La lista de atributos de entorno está ordenada alfabéticamente, según su nombre. Se pueden localizar atributos de manera más rápida al teclear parte del nombre del atributo dentro del campo **Find**.

3. Comprueba el valor del atributo **license\_server**, que debe corresponderse con el nombre del host desde el que se obtiene la licencia. Si IT Gurú obtiene directamente la licencia del ordenador en el que fue instalado, este valor debería de ser **localhost**, como se muestra en la siguiente figura.



4. Si el atributo **license\_server\_standalone** es FALSE, modifícalo a TRUE. Este atributo especifica si el programa actúa como su propio servidor de licencias.
5. El directorio de modelos (*model directory*) es un directorio que contiene los ficheros de modelos de OPNET. Si existe el atributo **mod\_dirs**, OPNET usará los modelos que se encuentren en ese directorio. Comprueba el valor de este atributo. El primer directorio de la lista indica dónde se guardarán tus propios modelos. En el futuro, tendrás que acceder a ese directorio para realizar copias de seguridad, o copiar y guardar tus modelos para disponer de ellos en otras prácticas. IT Gurú guarda numerosos ficheros por cada uno de los proyectos que se crean.
6. Pincha en OK para cerrar la ventana de diálogo.

## Introducción a OPNET IT Gurú Edición Académica

Este tutorial pretende mostrar los fundamentos de cómo usar IT Gurú. Si nunca has usado IT Gurú, esta pequeña introducción te servirá de ayuda para empezar a usarlo. Si estás haciendo este tutorial por primera vez, lee las siguientes páginas que contienen información sobre como desarrollar el propio tutorial.

### Sobre los modelos

Para completar los tutoriales, debes de instalar los modelos estándar de IT Gurú, y los modelos específicos del tutorial. Estos modelos están disponibles al realizar una instalación estándar de IT Gurú.

Los modelos estándar de IT Gurú cubren los protocolos y dispositivos comerciales más habituales. Los modelos se encuentran en los subdirectorios del directorio en el que se instaló OPNET:

**<reldir>\models\std\<protocol\_name>**

**<reldir>** describe el directorio que contiene el software IT Gurú. Puedes localizar tu directorio **<reldir>** eligiendo **Help > About This Application**, y mirando en **OPNET root directory**, dentro de la sección de información sobre el sistema.

El directorio **<reldir>** que se sugiere es **C:\Archivos de Programa\OPNET EDU\<release\_number>**

Los directorios que están dentro de **tutorial\_req** contienen los modelos que nos van a hacer falta para los tutoriales. Estos directorios tienen la siguiente forma

**<reldir>\models\std\tutorial\_req**

El directorio **tutorial\_ref**

**<reldir>\models\tutorial\_ref\itguru**

contiene versiones completas de cada uno de los modelos que se describen en el tutorial. Si alguno de los ejercicios del tutorial no te sale o no estás del todo seguro de su corrección, puedes comparar tu modelo con el que se encuentra en el directorio **tutorial\_ref**.

### **Sobre las prácticas**

En este tutorial aprenderás cómo usar IT Gurú para construir y analizar modelos de red. Cada práctica presenta un problema sobre modelado, de tal forma que deberás resolverlo construyendo un modelo de red, reuniendo información estadística sobre la red, y analizando los resultados.

Cada práctica te ayudará a familiarizarte con IT Gurú, y demostrará la cantidad de problemas que pueden ser resueltos mediante IT Gurú.

La mayor parte de prácticas tienen párrafos con Conceptos Clave, como este, que indican que la información que contienen es nueva, o describe aspectos importantes sobre la teoría del modelado.

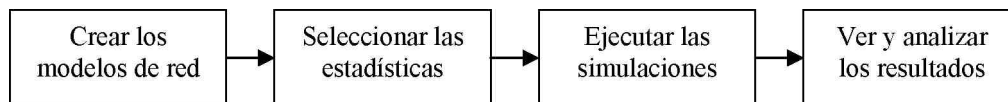
### **Sobre IT Gurú**

Antes de empezar, deberías de entender los editores, el entorno de trabajo y el flujo de trabajo de IT Gurú. Primero debes familiarizarte con estas características fundamentales, después podremos comenzar las lecciones del tutorial.

El flujo de trabajo de IT Gurú es la descripción de pasos que usarás para construir un modelo de red y ejecutar simulaciones. Este flujo de trabajo se centra alrededor del Editor de Proyectos (*Project Editor*).

En este editor se pueden crear modelos de red, seleccionar estadísticas de los distintos objetos o de la simulación entera, y visualizar los resultados.

Tu primer contacto con IT Gurú (en esta primera práctica) muestra cómo usar el Editor de Proyectos para construir una pequeña red de interconexión.



### El Editor de Proyectos (*Project Editor*)

El Editor de Proyectos es el principal escenario para crear una simulación de red. A partir de este editor se puede construir un modelo de red (utilizando modelos de la librería estándar), seleccionar las estadísticas a recoger, ejecutar la simulación y ver los resultados.

Un modelo de red en el Editor de Proyectos

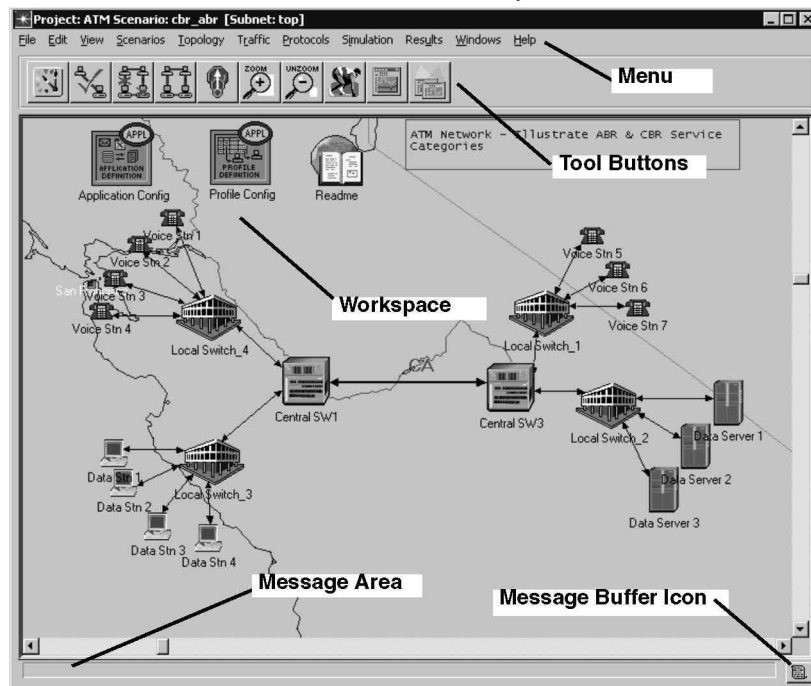


### La ventana del Editor de Proyectos

Hay varias zonas en la ventana del Editor de Proyectos que son importantes para construir y ejecutar modelos. Estas zonas se muestran a continuación.

Cuando abres un proyecto que ya existe, la ventana debería mostrar algo parecido a la siguiente figura.

## Ventana del Editor de Proyectos



### La barra del Menú (*Menu Bar*)

La barra del menú se encuentra en la parte superior de la ventana de edición. Esta barra organiza todas las operaciones que no son “sensibles al contexto” mediante una estructura típica de menús.

El número de menús y las operaciones que están disponibles cambian según los módulos que están habilitados.

Las operaciones “sensible al contexto” están disponibles pinchando con el botón derecho del ratón sobre un objeto o sobre el fondo del espacio de trabajo.

### Botones de Herramientas (*Tool Buttons*)

Algunas de las opciones más habituales del menú también pueden ser activadas mediante los botones de herramientas.

Los siguientes botones aparecen en el Editor de Proyectos:

Botones del Editor de Proyectos



En el tutorial usaremos bastantes de estos botones.

1 Abrir la paleta de objetos	6 Zoom
2 Comprobar consistencia de un enlace	7 Restablecer
3 Objetos que no han sido seleccionados	8 Configurar un evento discreto de simulación
4 Recuperar los objetos seleccionados	9 Ver resultados de simulación
5 Volver a la subred superior ( <i>parent subnet</i> )	10 Esconder o ver todos los gráficos

### El Área de Trabajo (*Workspace*)

La región central y desplazable de la ventana del editor es el área de trabajo. Los modelos de red aparecen en esta área, donde se pueden seleccionar y arrastrar objetos de red, y seleccionar opciones de los menús “sensibles al contexto”, al pinchar con el botón derecho sobre el fondo.

### El Área de Mensajes

Esta zona se sitúa justo debajo de la ventana de edición, proporcionando información sobre el estado de la herramienta.

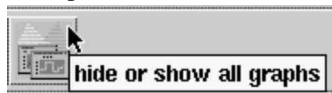
Se puede pinchar sobre el icono que hay junto a esta área de mensajes (*message buffer icon*), para abrir una ventana con un buffer de mensajes. Este buffer de mensajes muestra una lista de todos los mensajes que han aparecido en el área de mensajes. Se puede abrir esta ventana si parte del mensaje ha sido truncado porque no cabe en la zona de mensajes, o si piensas que el mensaje actual ha sustituido una alerta o notificación importante.

### Tooltips

Si dejas el puntero del ratón sobre un botón de herramientas o un objeto de la red del área de trabajo, aparece un mensaje de ayuda. Este *tooltip* describe una de las siguientes cosas:

- La acción que ocurre si se pulsa el botón
- Información sobre el objeto de la red

Tooltip



## Un pequeño ejemplo de interconexión

### Introducción

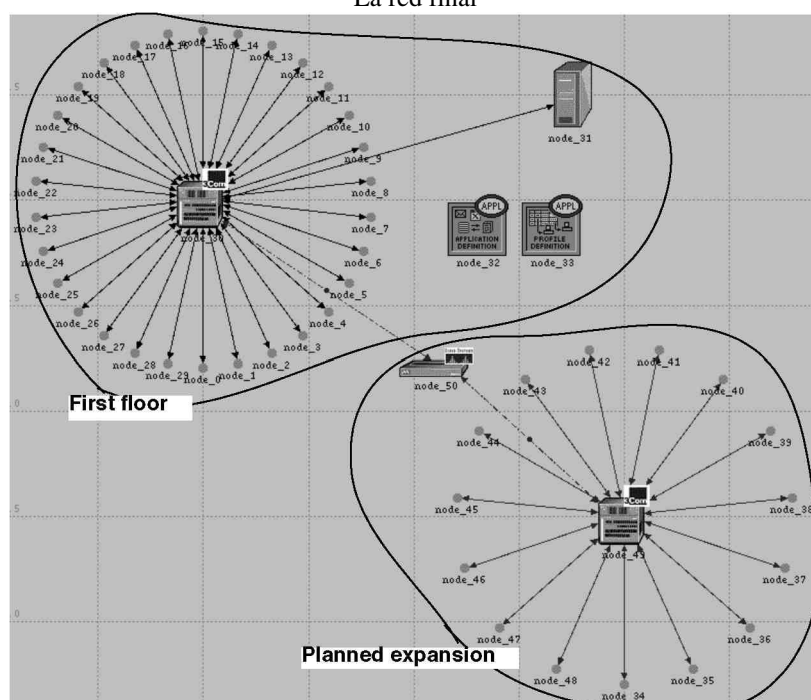
En esta práctica vamos a aprender cómo IT Gurú puede ser usado para modelar de manera progresiva problemas que nos podemos encontrar en redes reales. Aprenderemos cómo utilizar las distintas características de IT Gurú para construir y analizar modelos de red. Así, en esta práctica:

- Construiremos una red de forma rápida
- Recogeremos información estadística sobre las prestaciones de la red
- Analizaremos estas estadísticas

En esta práctica, vamos a usar el Editor de Proyectos para construir la topología de una pequeña red de interconexión, seleccionaremos las estadísticas a recoger, ejecutaremos la simulación y analizaremos los resultados.

En esta práctica se planteará la expansión de una pequeña intranet de una empresa. En estos momentos, la empresa tiene una red con topología en estrella en la primera planta de su edificio de oficinas, y están pensando en añadir otra red más, también con topología de estrella, en otra planta. Vamos a construir este escenario y ver lo que pasa para asegurarnos de que la carga que se añade por la segunda red no va a hacer que la red funcione mal.

La red final



## Empezando

Cuando se quiere crear un nuevo modelo de red, lo primero que hay que hacer es crear un nuevo proyecto (**project**) y escenario (**scenario**). Un proyecto es un grupo de escenarios relacionados, de manera que cada uno de ellos abarca distintos aspectos de la red. Así, los proyectos pueden contener múltiples escenarios.

Después de crear un nuevo proyecto, se debe usar el *Startup Wizard* para configurar un nuevo escenario. Las opciones del *Wizard* permiten:

- Definir la topología inicial de la red
- Definir el tamaño y la escala de la red
- Seleccionar un mapa de fondo para la red
- Asociar una paleta de objetos con el escenario



**Startup Wizard** aparece automáticamente cada vez que creas un nuevo proyecto. El *Startup Wizard* permite definir ciertos aspectos del entorno de la red.

Para usar el *Startup Wizard* para configurar un nuevo escenario, debemos hacer lo siguiente:

1. Si IT Gurú no está en ejecución, arráncalo.
2. Selecciona **File > New...**
3. Selecciona **Project** del menú desplegable y pincha en OK.
4. Pon un nombre al proyecto y al escenario, de la siguiente forma:
  - a. Llama al proyecto **<tus\_iniciales>\_Sm\_Int**  
Incluye tus iniciales en el nombre del proyecto, de manera que se pueda distinguir de otras versiones de este mismo proyecto.
  - b. Llama al escenario **primer\_piso**
  - c. Pincha en **OK**  
El *Startup Wizard* se abrirá.
5. Introduce en las cajas de diálogo del *Startup Wizard* los valores que se indican en la siguiente tabla:

Valores a introducir en el *Startup Wizard*

Nombre de la Caja de Diálogo	Valor
<b>1. Initial Topology</b>	Elige el valor que viene por defecto: <b>Create Empty Scenario.</b>
<b>2. Choose Network Scale</b>	Elige <b>Office</b> . Activa la caja <b>Use Metric Units.</b>
<b>3. Specify Size</b>	Elige el tamaño por defecto: <b>100 m x 100 m</b>
<b>4. Select Technologies</b>	Incluye la familia de modelos <b>Sm_Int_Model_List</b>
<b>5. Review</b>	Comprueba los valores, después pincha en <b>OK</b>

De esta forma se creará un espacio de trabajo del tamaño que hemos especificado. La paleta de objetos de la familia de modelos que hemos especificado se abrirá en una ventana separada.

### Creación de la Red

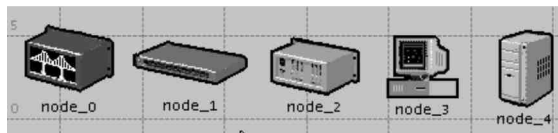
Los modelos de red se crean en el Editor de Proyectos, usando nodos (**node**) y enlaces (**link**) a partir la paleta de objetos.

*Nodo*- Una representación de un objeto de una red real, que puede transmitir y recibir información.

*Enlace*- Un medio físico de comunicación que conecta nodos entre ellos. Los enlaces representan cables eléctricos o de fibra óptica.

Estos objetos se encuentran en la **paleta de objetos**, que es simplemente una ventana que contiene la representación gráfica de distintos modelos de nodos y enlaces.

Nodos



Enlaces



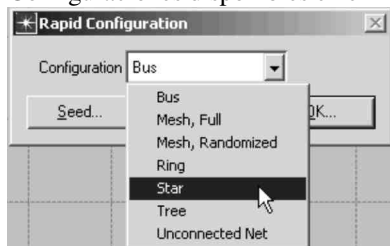
Podemos usar tres métodos para crear una topología de red, o una combinación de estos tres. Uno de los métodos es importar la topología (lo veremos en otra práctica). Otro es situar nodos individualmente desde la paleta de objetos en la zona de trabajo. El tercer método es usar una **Configuración Rápida** (*Rapid Configuration*).

La Configuración Rápida crea toda la red con sólo una acción. Para esto, primero se selecciona una configuración de red, después los tipos de nodos de esta red y finalmente el tipo de enlace que conectan estos nodos.

Para crear la red del primer piso utilizando Configuración Rápida:

1. Selecciona **Topology > Rapid Configuration**
2. Selecciona **Star** a partir del menú desplegable disponible en la configuración, y pincha en **OK...**

Configuraciones disponibles en el menú desplegable



A continuación hay que especificar los modelos de nodos y enlaces de la red. Los modelos tienen un nombre que siguen este esquema:

**<protocolo1> \_...\_ <protocolon> \_ <función> \_ <mod>**

donde:

- **<protocolo>** especifica los protocolos específicos soportados por el modelo
- **<función>** es una abreviatura de “función general del modelo”

- **<mod>** indica el nivel de derivación del modelo

Por ejemplo:

### **ethernet2\_bridge\_int**

especifica la derivación intermedia (**int**) de un puente (**bridge**) de Ethernet de dos puertos (**ethernet2**).

Los modelos comerciales tienen un prefijo adicional que especifica el vendedor y el número de producto para ese objeto de red.

Por ejemplo, el conmutador (*switch*) de 3Com que vamos a usar en esta práctica se llama:

### **3C\_SSII\_1100\_3300\_4s\_ae52\_e48\_ge3**

Este nodo es una pila de dos *3Com SuperStack II 1100* y dos armazones *Superstack II 3300 chassis* (**3C\_SSII\_1100\_3300**) con cuatro *slots* (**4s**), 52 puertos Ethernet *auto-sensing* (**ae52**), 48 puertos Ethernet (**e48**) y 3 puertos Gigabit Ethernet (**ge3**).

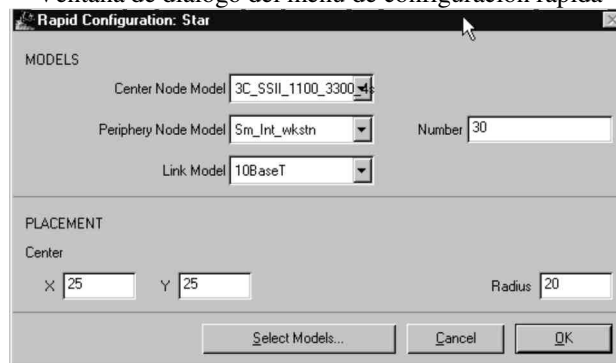
Vamos a especificar los nodos y enlaces que vamos a utilizar para construir la red:

1. Indica que el **Center Node Model** es el **3C\_SSII\_1100\_3300\_4s\_ae52\_e48\_ge3**. Esto es, en definitiva, un conmutador (*switch*) de 3Com.
2. Pon el **Periphery Node Model** a **Sm\_Int\_wkstn**, y cambia el número (**Number**) de nodos periféricos a 30. Esto proporciona 30 estaciones de trabajo con tarjeta de red Ethernet como nodos periféricos.
3. Pon el **Link Model** a **10BaseT**.

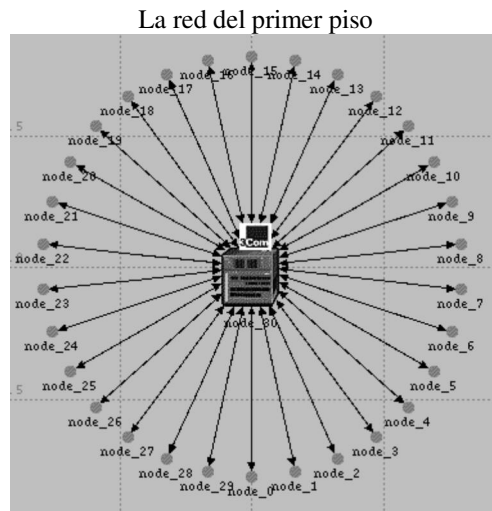
Especifica dónde se va a situar la nueva red:

1. Pon el **X center** y **Y center** a **25**.
2. Pon el **Radius** a **20**.

Ventana de diálogo del menú de configuración rápida



3. Pincha en **OK**. La red se dibujará en el Editor de Proyectos.



Ahora que se ha construido la topología general de la red, necesitamos añadir un servidor. Para esto vamos a usar el segundo método de crear objetos: arrastrarlos desde la paleta de objetos hasta el espacio de trabajo.

1. Si la paleta de objetos no está abierta, tendremos que abrirla. Para esto basta con pulsar en el botón **Objet Palette**.



2. Busca el objeto **Sm\_Int\_server** en la paleta y arrástralo al espacio de trabajo. No vamos a encontrar exactamente este mismo modelo de servidor en otras paletas de objetos, ya que éste ha sido creado con la configuración necesaria para este tutorial.
3. Por defecto, se pueden crear más instancias del mismo objeto pinchando con el botón izquierdo del ratón después de haber arrastrado un objeto de la paleta. Como no necesitamos más copias de este modelo, haz clic en el botón derecho del ratón para cerrar la creación de nodos.

También vamos a necesitar conectar el servidor a la red en estrella.

1. Busca el objeto de enlace **10BaseT** en la paleta y pincha sobre él.
2. Pincha en el objeto servidor, y después pincha en el objeto conmutador (*switch*) que se encuentra en el centro de la estrella. En este momento se dibujará un enlace que conecta ambos objetos.
3. Haz clic en el botón derecho del ratón para terminar la creación de enlaces.

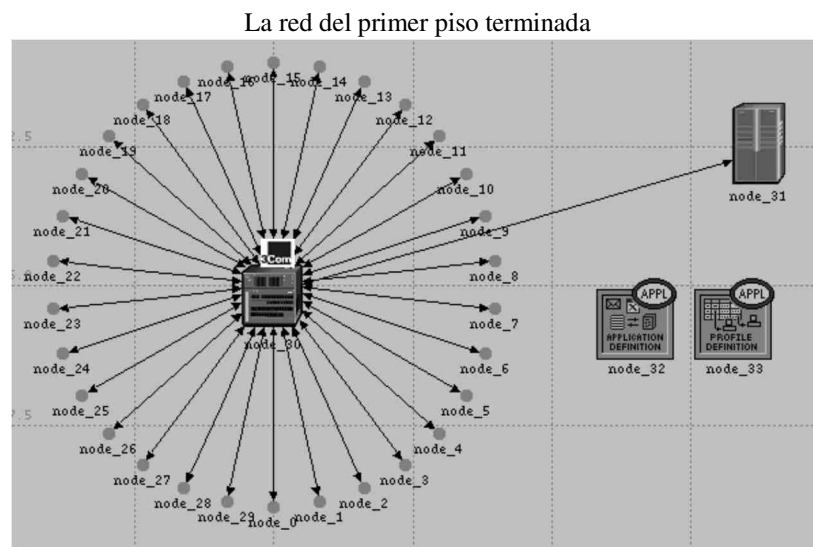
Finalmente vamos a necesitar añadir objetos de configuración que permitan especificar el tráfico que generan las aplicaciones que existen en la red. Configurar la definición de aplicaciones y sus perfiles puede ser complicado, así que no vamos a hacer estas tareas ahora. Para esta práctica, hemos incluido en la paleta de objetos:

- Un objeto de definición de aplicación con la configuración por defecto de diversas aplicaciones estándar, y
- Un objeto de definición de perfiles con un perfil que modela un ligero acceso a bases de datos.

Simplemente tenemos que arrastrar los objetos hacia nuestra red. Al hacer esto, lo que hacemos es modelar el tráfico producido por el acceso de las estaciones de trabajo a la base de datos, de forma que éste se realice con una reducida tasa de acceso.

1. Busca el objeto **Sm\_Application\_Config** en la paleta y arrástralo al espacio de trabajo.
2. Haz clic en el botón derecho del ratón para terminar la creación de objetos.
3. Busca el objeto **Sm\_Profile\_Config** en la paleta, y arrástralo al espacio de trabajo, después haz clic en el botón derecho.
4. Cierra la paleta de objetos.

En estos momentos tenemos la red construida, y debería de ser parecida a la de la siguiente figura.



Ahora estamos preparados para recoger estadísticas.

### Recoger Estadísticas

Podemos recoger estadísticas de los nodos individuales de la red (**object statistics**) o de la red entera (**global statistics**).

Ahora que hemos creado la red, deberíamos de decidir qué estadísticas tenemos que recoger y responder las preguntas que se han presentado antes en esta práctica:

- ¿Será el servidor capaz de manejar la carga adicional de la segunda red?
- ¿Será aceptable el retardo total que exista en la red una vez que la segunda red esté instalada?

Para responder a estas cuestiones, necesitaremos conocer las prestaciones actuales de la red para luego poder compararlas. Para conseguirlas vamos a tomar las estadísticas del objeto servidor **Server Load**, y las estadísticas globales **Ethernet Delay**.

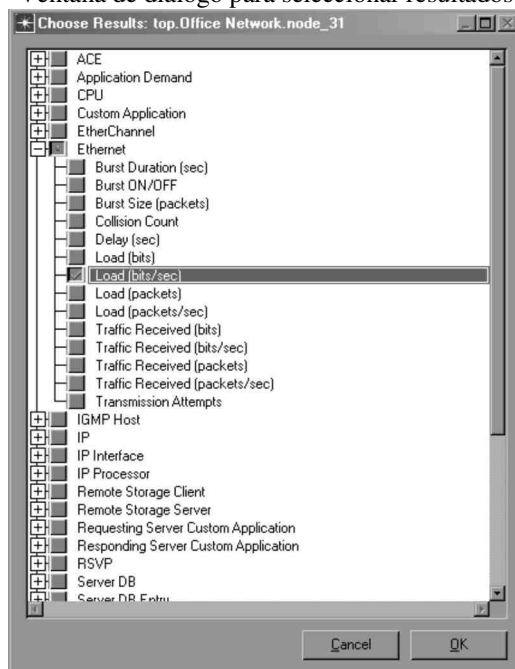
La carga del servidor (*Server Load*) es una estadística clave que refleja las prestaciones de la red entera. Para recoger estadísticas relacionadas con la carga del servidor, vamos a seguir los siguientes pasos:

1. Haz clic con el botón derecho del ratón sobre el nodo servidor (**node\_31**) y selecciona **Choose Individual Statistics** en el menú desplegable del servidor.
2. En este momento aparece la ventana de diálogo **Choose Results** del node\_31. Esta ventana de diálogo organiza jerárquicamente las estadísticas que podemos recoger.

Para recoger la carga de Ethernet que se encuentra en el servidor:

3. Pincha en el símbolo más que hay junto a **Ethernet** en la ventana de diálogo para expandir de esta forma la jerarquía de estadísticas sobre Ethernet.

Ventana de diálogo para seleccionar resultados

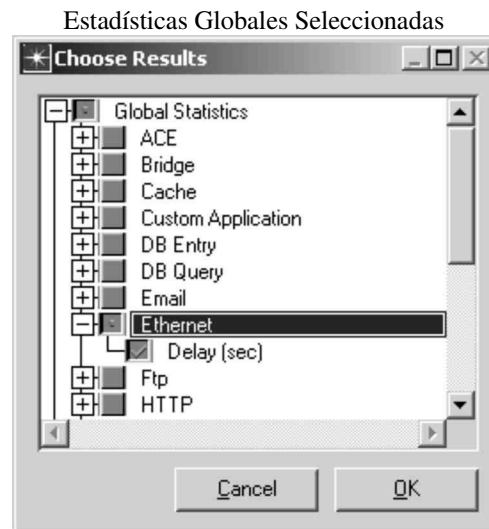


4. Pincha en la caja que hay junto a **Load (bits/sec)** para activar la recolección de ese tipo de estadística.

5. Pincha en OK para cerrar la ventana de diálogo.

Las estadísticas globales se pueden utilizar para recoger información sobre la red como un todo. Por ejemplo, se puede descubrir el retardo de la red entera recogiendo las estadísticas globales **Delay**.

1. Pincha con el botón derecho del ratón sobre el espacio de trabajo (pero no sobre un objeto) y selecciona **Choose Individual Statistics** del menú desplegable del espacio de trabajo.



2. Expande la jerarquía **Global Statistics**.
3. Expande la jerarquía **Ethernet**.
4. Pincha en la caja que está junto a **Delay (sec)** para habilitar la recolección de datos.
5. Pincha en **OK** para cerrar la ventana.

Es conveniente guardar el proyecto de vez en cuando. Para guardar el proyecto:

1. Selecciona **File > Save**, y después pincha en **OK** (el proyecto ya tiene un nombre, por tanto no necesitas renombrarlo)

Ahora que hemos especificado qué estadísticas hay que recoger, y hemos guardado el proyecto, casi estamos preparados para ejecutar la simulación.

Sin embargo, antes debemos verificar que las preferencias depositarias (**repositories**) están configuradas. Esta “central de depósitos” contiene componentes definidos por el usuario, como modelos de procesos y fases de segmentación, que son guardados con el fin de que el proceso de empezar con la ejecución de las simulaciones cueste menos tiempo.

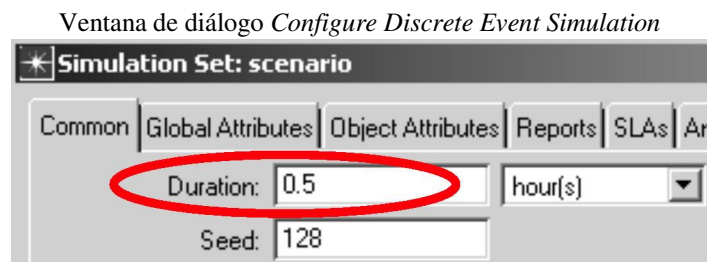
1. Selecciona **Edit > Preferences**.
2. Teclea **repositories** en el campo **Find** y pulsa el botón **Find**.
3. Si el valor de **repositories** no es **stdmod**, pincha en el campo e introduce **stdmod** en la ventana de diálogo.
4. Pincha **OK** para cerrar las ventanas de diálogo de **repositories** y **Preferences**.

Para ejecutar la simulación:

1. Selecciona **Simulation > Configure Discrete Event Simulation ...**  
También puedes abrir esta ventana pinchando en el botón **configure/run simulation**.

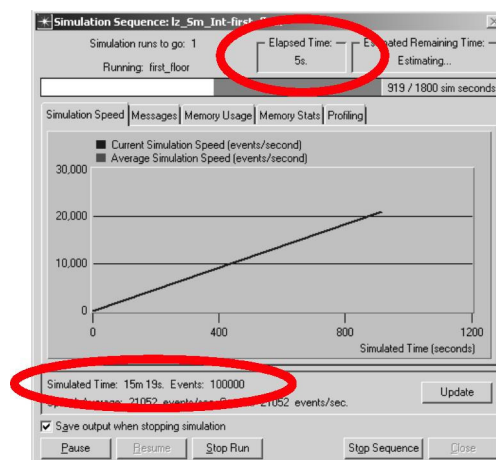


2. Teclea **0,5** en **Duration**: con esto lo que hacemos es simular media hora de actividad de red.



3. Pulsa el botón **Run** para empezar la simulación.  
Mientras se ejecuta la simulación, hay una ventana de diálogo que muestra el progreso de la simulación.

Ventana de diálogo *Simulation Sequence Elapsed*  
Time: Number of seconds the simulation has run



Simulated Time: Minutes of network time



La ventana de diálogo anterior muestra que, en 5 segundos que ha transcurrido de tiempo de simulación (real), IT Gurú ha simulado 15 minutos y 19 segundos de tiempo de red. La simulación entera debería de tardar menos de un minuto en terminar, esta duración varía en función de la velocidad del ordenador en el que se ejecute.

4. Cuando la simulación termina, aparece el contenido de la ventana etiquetada con **Messages**. Pincha en el botón **Close** de la ventana.
5. Si la simulación no se completa, o si no se recoge ningún resultado o si los resultados varían de manera significativa con los que vamos a ver, hay que consultar el tutorial “*Troubleshooting Tutorial Simulations*”.

### Visualizar los Resultados

Se pueden ver los resultados de manera gráfica en el Editor de Proyectos, simplemente seleccionando **View Results** del menú desplegable del espacio de trabajo.

Después de que hayamos ejecutado la simulación, queremos poder ver la información estadística que se ha recogido. Hay varias formas de ver los resultados, en esta práctica vamos a usar la opción *View Results* del menú desplegable del espacio de trabajo.

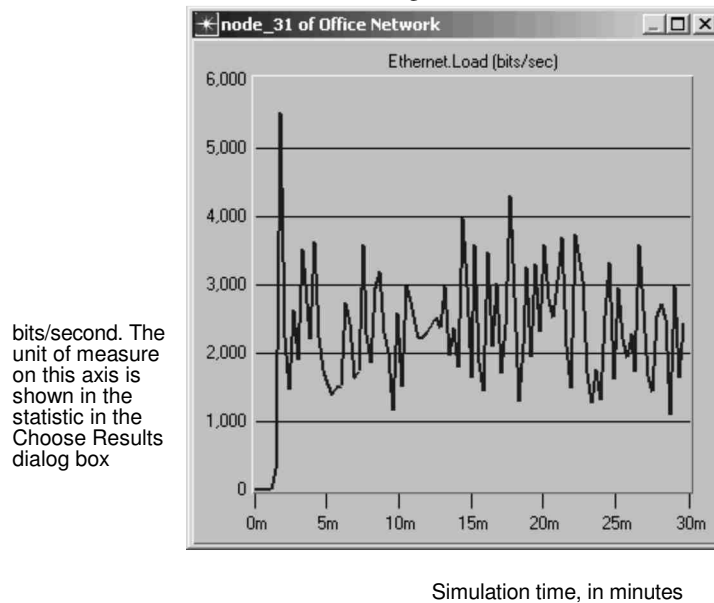
En otras prácticas aprenderemos cómo ver los resultados de forma distinta.

Para ver la carga de Ethernet que ha tenido el servidor:

1. Haz clic con el botón derecho del ratón sobre el nodo servidor (**node\_31**) y elige **View Results** en el menú desplegable del servidor. En este momento se abre la ventana de diálogo *View Results* de este nodo.
2. Expande la jerarquía **Office network.node\_31 > Ethernet**.
3. Pincha en la caja que hay junto a Load (**bits/sec**) para indicar que queremos ver ese resultado.
4. Pincha el botón **Show** de la ventana de diálogo. El gráfico de la carga del servidor aparecerá en el Editor de Proyectos, como se muestra en la siguiente figura.

El gráfico de la carga del servidor debería de ser similar al siguiente gráfico. Los resultados pueden diferir ligeramente debido a diferencias en la situación de los nodos y por tanto de la longitud de los enlaces, pero la tendencia general debería de ser esta.

Gráfico con la carga del servidor



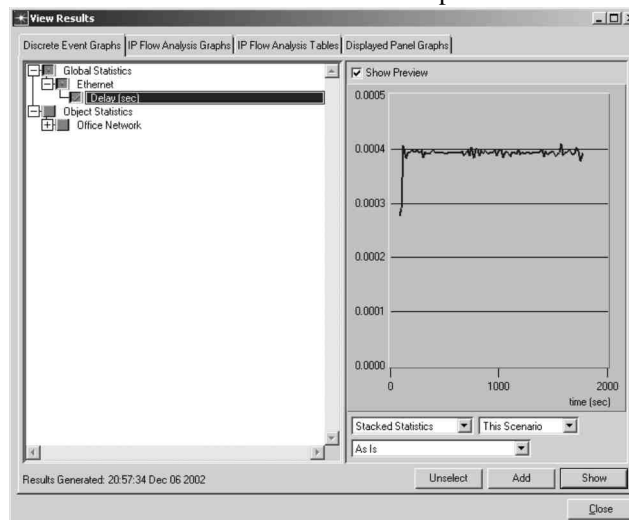
Podemos ver que como valor pico, la carga en el servidor está bastante debajo de 6000 bits/segundo. Vamos a usar esto para la comparación después de añadir la segunda red.

Cuando termines de ver el gráfico de carga del servidor, cierra esta ventana y la de *View Results* (si recibes un aviso del sistema, elige borrar (*delete*) el panel del gráfico).

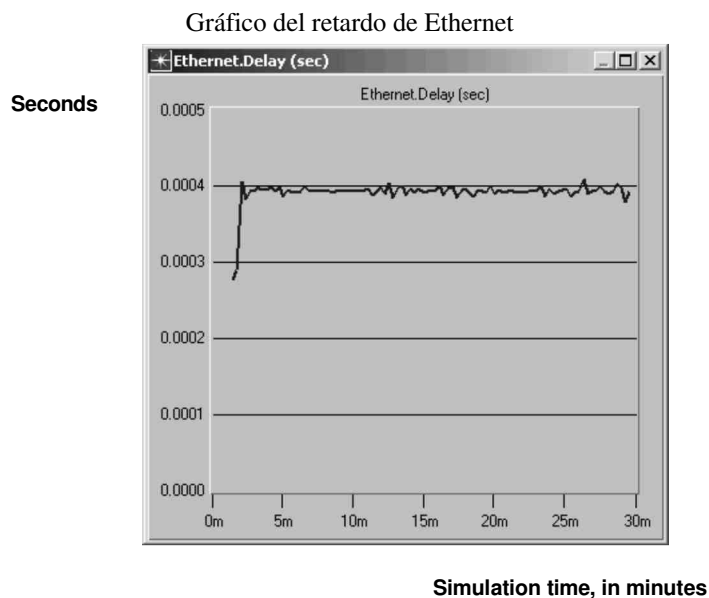
También deberíamos de ver las estadísticas globales sobre el retardo de la red Ethernet. Para ver estas estadísticas:

1. Pincha con el botón derecho del ratón en el espacio de trabajo, posteriormente selecciona **View Results** en el menú desplegable.
2. Activa la caja que hay junto a **Global Statistics > Ethernet > Delay**, posteriormente pulsa el botón **Show** para visualizar el retardo de Ethernet para toda la red.

Ventana sobre el retardo de Ethernet para toda la red



El gráfico sobre el retardo de Ethernet aparece en el Editor de Proyectos. El gráfico debería de parecerse a la siguiente figura.



Fíjate que después de que la red alcance un estado estable, el máximo retardo es de aproximadamente 0.4 milisegundos.

Cuando termines de ver el gráfico, ciérralo y cierra también la ventan de diálogo *View Results*.

### Expansión de la Red

Hemos creado la red base y recogido estadísticas sobre su funcionamiento. Ahora estamos preparados para expandir la red y verificar que, pese a añadir carga adicional, la red aun funciona suficientemente bien.

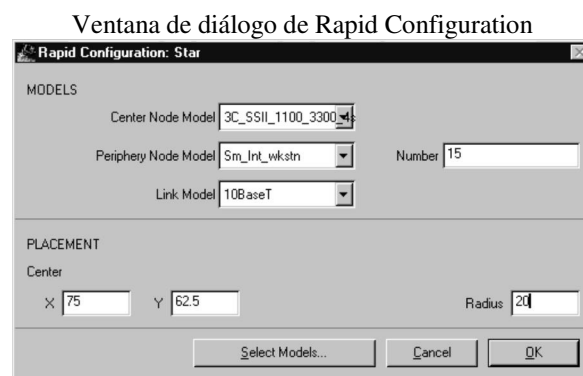
Cuando llevamos a cabo una comparación como la que estamos haciendo, en la que queremos ver qué pasaría al realizar alguna modificación, es conveniente almacenar la red base como un escenario, y crear la red experimental como otro escenario distinto. Vamos a duplicar el escenario actual y hacer cambios sobre este escenario en lugar de construir una nueva topología desde el principio.

Para duplicar un escenario:

1. Selecciona **Scenarios > Duplicate Scenario...**
2. Llama a este nuevo escenario con el nombre de **expansion**.
3. Pincha en **OK**. El escenario, con todos sus nodos, enlaces, estadísticas y configuraciones para la simulación, se duplicará y se llamará **expansion**.

El segmento del segundo piso se parecerá al del primero, pero no dispondrá de un nuevo servidor. Para construir el nuevo segmento:

1. Selecciona **Topology > Rapid Configuration**.
2. Elige **Star** como topología y pincha en **OK...**
3. Completa los valores de configuración rápida que hay en la ventana de diálogo con los siguientes valores:
  - *Center Node Model:* **3C\_SSII\_1100\_3300\_4s\_ae52\_e48\_ge3**
  - *Periphery Node Model:* **Sm\_Int\_wkstn**
  - *Number:* **15**
  - *Link model:* **10BaseT**
  - *X:* **75**, *Y:* **62,5**, *Radius:* **20**



4. Pulsa **OK** para crear la red.

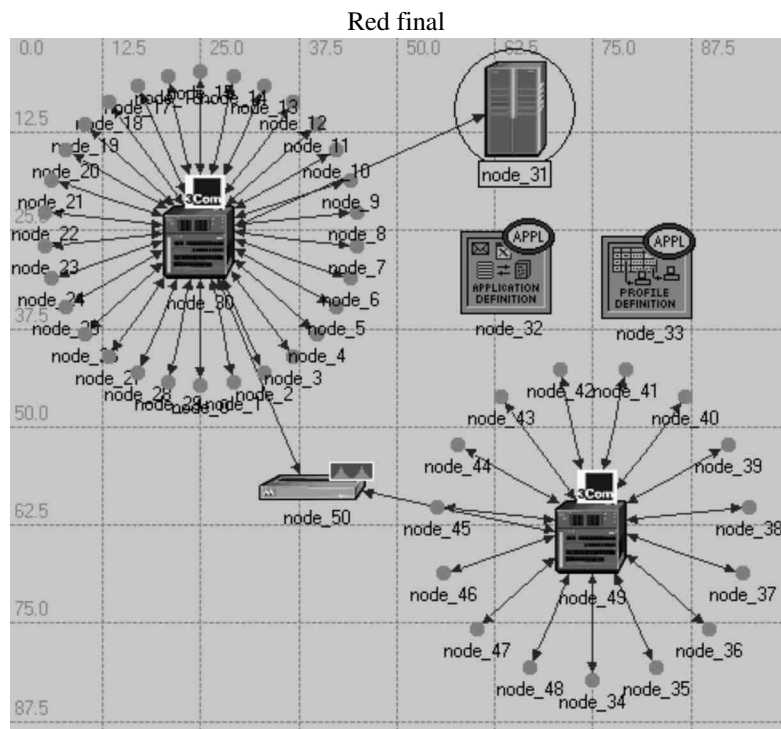
Ahora uniremos las dos redes:

1. Si no está ya abierta, pulsa el botón para abrir la paleta de objetos.



2. Arrastra el icono del *router* Cisco 2514 al espacio de trabajo, entre las dos redes. Haz clic en el botón derecho del ratón para cerrar la creación de nodos.
3. Pincha en el icono que representa el enlace **10BaseT** de la paleta de objetos.
4. Crea enlaces **10BaseT** entre el *router* de Cisco (**node\_50**) y los conmutadores (*switches*) de 3Com que están en el centro de cada estrella.
5. Haz clic con el botón derecho del ratón para dejar de crear enlaces.
6. Cierra la paleta de objetos.
7. Selecciona **File > Save**.

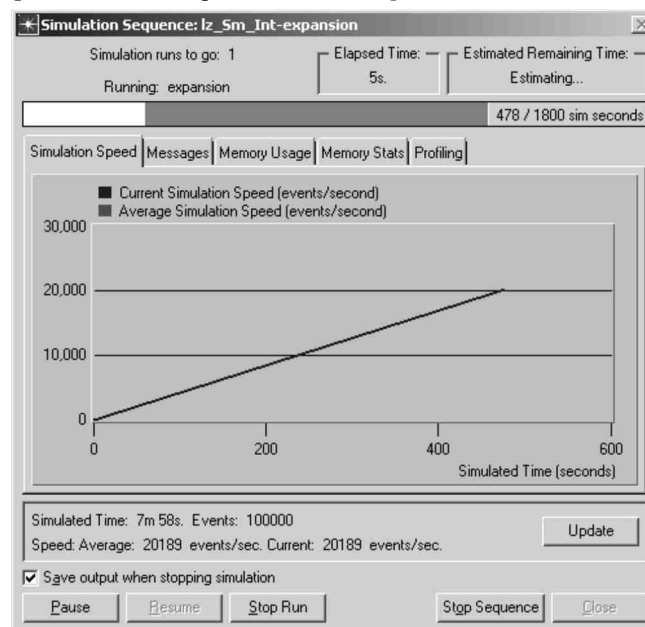
La red final debería de parecerse a ésta:



Para ejecutar una simulación sobre este nuevo escenario:

1. Selecciona **Simulation > Configure Discrete Event Simulation ...**
2. Comprueba que **Duration** esté puesta a **0,5** horas.
3. Pincha en el botón **Run** para empezar con la simulación. Ventana de diálogo

*Simulation Sequence*, con la etiqueta *Simulation Speed* seleccionada



Como sucedía antes, aparece una ventana que muestra la evolución de la simulación. Cuando la etiqueta *Simulation Speed* está seleccionada, el gráfico animado muestra tanto la velocidad actual como la media en eventos por segundo.

4. Cuando haya terminado la simulación, cierra la ventana de diálogo. Si ha ocurrido algún error, consulta el tutorial “*Troubleshooting Tutorial Simulations*”.

## Comparación de resultados

Para responder la pregunta sobre los efectos de añadir una segunda red a la red de área local (LAN) actual, hace falta comparar los resultados de las dos simulaciones que hemos ejecutado.

Para esto usaremos el menú **Compare Results** de los menús desplegables de los objetos y del espacio de trabajo, para de esta forma combinar en un mismo gráfico estadísticas que provengan de distintos escenarios.

Para ver simultáneamente la carga del servidor en ambos escenarios:

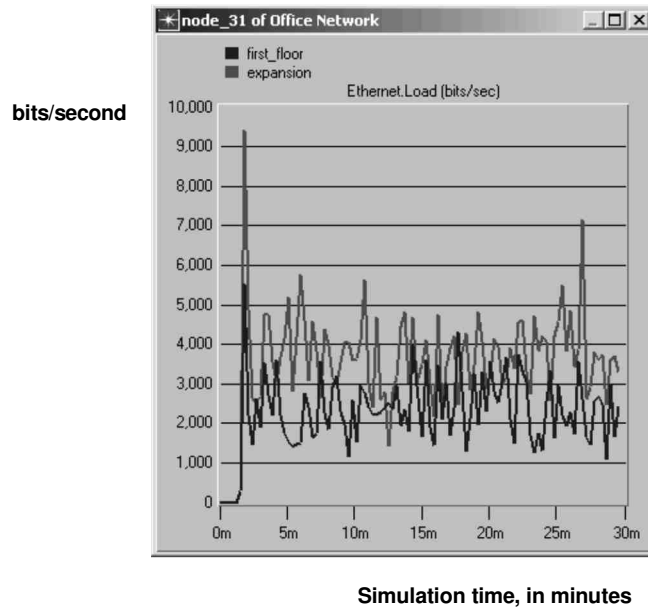
1. Haz clic con el botón derecho del ratón sobre el nodo servidor (**node\_31**) para obtener su menú desplegable.
2. Selecciona **Compare Results** (esto se puede hacer desde cualquier escenario del proyecto). Aparecerá una ventana de diálogo del tipo *View Results*, esta ventana contiene una representación jerárquica de las estadísticas que se han recogido para el nodo servidor.

Si tus resultados difieren radicalmente de los que vamos a ver a continuación en las siguientes figuras, tendrás que consultar el manual “*Troubleshooting Tutorial Simulations*”.

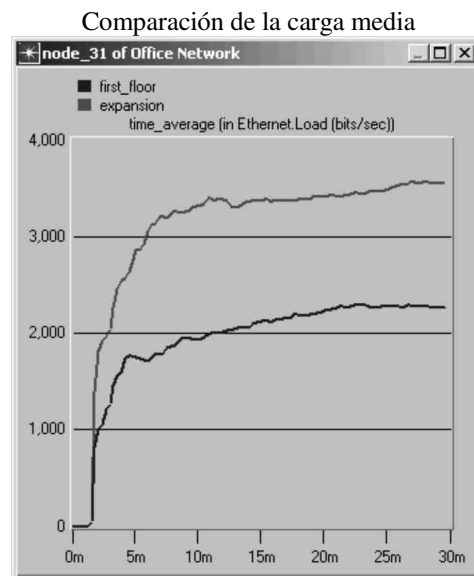
Cuando se comparan resultados, al seleccionar un tipo de estadística de un escenario, se produce una gráfica que contiene los valores de esa estadística en todos los escenarios. Para ver los resultados:

1. Selecciona la estadística **Office Network.node\_31 > Ethernet > Load (bits/sec)** y pincha en el botón **Show**. Tus resultados deben parecerse a los que se muestran en la siguiente figura (aunque no es necesario que sean idénticos):

### Comparación de la Carga del Servidor



El siguiente gráfico muestra la comparación de carga de Ethernet entre el escenario que muestra la red base (el primer piso) y el escenario de la expansión. En próximas prácticas aprenderemos a crear este tipo de gráficos que se promedian en el tiempo (*time-averaged*)

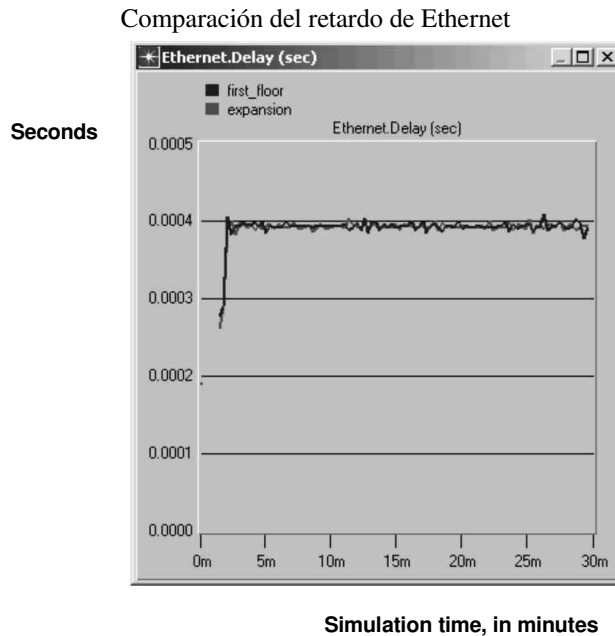


Fíjate que aunque la carga media del escenario de la expansión es mayor (tal y como sería de prever), la carga entera aparece bastante nivelada (es decir, no crece de manera monótona), lo que indica que la red en sí es estable.

El último paso es ver cómo se ve afectado el retardo al añadir la red del segundo piso. Para comparar el retardo de Ethernet para ambos escenarios:

1. Cierra el gráfico y la ventana de diálogo del servidor.

2. Haz clic con el botón derecho del ratón en el espacio de trabajo, después selecciona **Compare Results** del menú desplegable del espacio de trabajo.
3. Selecciona el tipo de estadística **Global Statistics > Ethernet > Delay (sec)**.
4. Pincha en **Show** para visualizar el gráfico. En este momento aparecerá el gráfico sobre el retardo de Ethernet, que debe ser similar a este:



El gráfico muestra que no hay ningún cambio significativo en el retardo de la red Ethernet. Aunque la carga del servidor ha incrementado, no lo ha hecho el retardo.

Selecciona **File > Close** y guarda los cambios antes de cerrar la aplicación.

## Cuestiones

1. En el proyecto que has creado en este tutorial, añade un nuevo escenario duplicando el escenario **primer\_piso**. Llama a este nuevo escenario **expansion2**. En el escenario **expansion2**, expande la red de la misma forma que hiciste en el escenario **expansion**, pero con 30 nodos en el segundo piso en lugar de con 15 nodos. Ejecuta la simulación y compara los gráficos de carga y retardo de este nuevo escenario con los escenarios del primer piso y de la primera expansión.