

Home Networking

Evaluación de una conexión a Internet para una red doméstica

Objetivos

En esta sesión de laboratorio se continuará mostrando las capacidades de la herramienta OPNET IT Guru. Esta herramienta nos permite modelar, gestionar y someter a pruebas de prestaciones cualquier tipo de instalación de red a través de un potente y amigable interfaz gráfico.

En esta sesión, se propone estudiar y analizar las prestaciones del enlace con Internet con el fin de determinar el efecto de cambiar la velocidad contratada con un ISP sobre las prestaciones de las aplicaciones Internet que corren en las estaciones de la red doméstica.

Descripción

OPNET IT Guru ofrece un entorno virtual de red capaz de modelar el comportamiento de todo tipo de redes, incluyendo desde los elementos que forman parte de una red como los encaminadores, conmutadores, concentradores, protocolos, etc., hasta las aplicaciones que corren en las estaciones de trabajo conectadas. Este entorno de trabajo es de gran utilidad para los responsables de los departamentos de Informática e I+D, diseñadores de redes, operadores y personal de mantenimiento de las red, ya que permite diagnosticar problemas de una forma más eficiente, validar ampliaciones o cambios de infraestructura antes de llevarlos a cabo y prever el comportamiento de la red ante futuros escenarios como crecimiento del tráfico, fallos de red, etc.

Como usuario se pueden analizar hipotéticos escenarios de red (denominados en OPNET “**scenarios**”) simplemente observando como varían determinadas métricas de prestaciones (retardos, productividad, etc.) ante distintas configuraciones del escenario de red (número de estaciones, tipos de conmutadores/routers, topología de interconexión, tráfico generado, etc.) de la red.

Para crear una simulación de red o proyecto (denominada en OPNET “**Project**”) es necesario especificar los nodos que forman la red bajo estudio (computadores, conmutadores, encaminadores, etc.), los enlaces que conectan los nodos (topología) y las aplicaciones que se ejecutarán en los nodos durante la simulación.

En esta sesión de laboratorio, se suministra el proyecto con todos los elementos definidos. El propósito es modelar una red de PCs doméstica compuesta por tres PCs conectados a Internet fundamentalmente para ejecutar aplicaciones de juegos Internet, navegación por Internet (web browsing), correo electrónico, streaming de audio y transferencia de ficheros (FTP).

Durante la sesión se propone evaluar una serie de simulaciones (scenarios) para analizar como varían las prestaciones si la red doméstica se conecta a Internet a través de (1) un Modem telefónico de baja velocidad (20 Kbps), (2) un modem telefónico de 40Kbps, (3) una modem cable o línea ADSL con 512 Kbps de bajada o (4) una conexión de alta velocidad de tipo T1 (1,5 Mbps)¹

Para cada escenario, se establecerá la velocidad de bajada en el modelo de simulación, se lanzará la simulación y se extraerán los resultados (estadísticas). Finalmente, se formulará la pregunta que todos nos hacemos cuando contratamos un acceso a Internet: ¿Merece la pena pagar conexiones más rápidas para el tráfico demandado por nuestra red doméstica?

Pasos

Paso 0: Cargar los ficheros del proyecto

Antes de empezar, tenemos que asegurarnos de que no existe el proyecto HomeLAN. Para ello, selecciona la entrada de menú **File→Delete Project...** y si se encuentra el proyecto “Home LAN” bórralo.

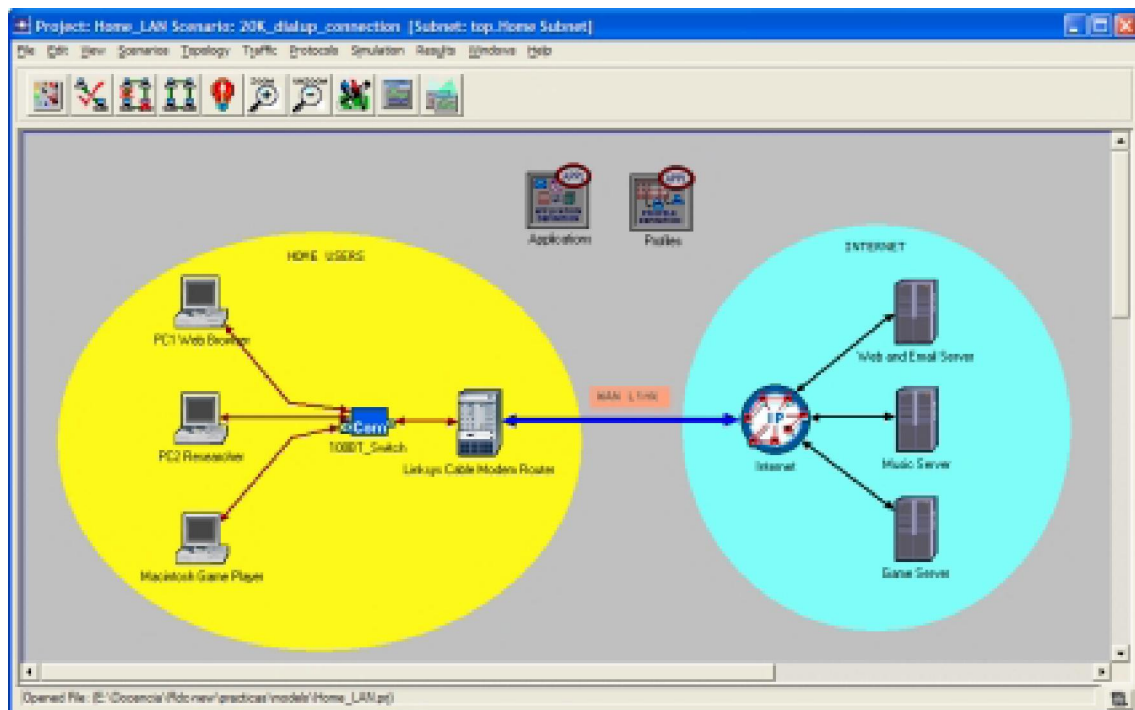
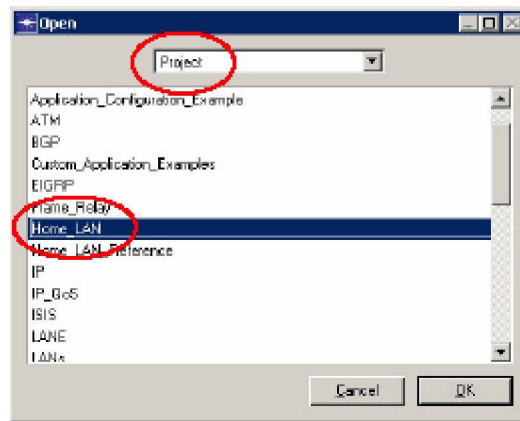
A continuación, cierra de nuevo el OPNET y descomprime localmente el archivo “01 Home LAN.zip”, que puedes bajar de la web de la asignatura, y que contiene los ficheros de este proyecto. Copia los ficheros de la carpeta “Lab Files” (que está dentro de la información que acabas de descomprimir) al directorio donde se guardan los modelos de usuario. Este directorio por defecto es “C:\documents and settings\labrdcXX\op_models”, pero podría haber sido modificado, así que lo mejor es que consultes el atributo “moddirs” dentro de las preferencias de OPNET, como hiciste en la práctica de introducción, para ver cuál es éste directorio. Tras esta operación, el proyecto “**Home_LAN**” debería de aparecer en la lista de proyectos disponibles.

Paso 1: Abrir el proyecto

IT Guru viene con una serie de proyectos y escenarios. Cada escenario de un proyecto suele representar distintas versiones del mismo modelo de red. Por tanto un proyecto esta formado por uno o varios escenarios. En esta sesión de laboratorio, se deberán crear cuatro escenarios diferentes para comparar las prestaciones de las aplicaciones ante distintas velocidades de conexión a Internet.

1. Lanza el simulador IT Guru.
2. Selecciona la entrada de menú **File→Open...** y asegúrate de que tenemos seleccionado “**Project**” del menú desplegable (primera entrada).
3. Selecciona el proyecto “**Home_LAN**” y pulsa **OK**.

¹ Aunque los modems, cable modems y conexiones xDSL suelen anunciarse con velocidades superiores, los números aquí presentados son velocidades medias que en la práctica se suelen obtener.



La figura de arriba muestra los elementos de la red que se va a simular. Por un lado, tenemos la red doméstica con tres PCs realizando diferentes tareas en la red. Cada uno de ellos se conecta a un conmutador FastEthernet a través de enlaces UTP. El conmutador a su vez se conecta con el encaminador, el cual se encarga de dirigir el tráfico desde/hacia Internet (ISP)². El enlace de salida de nuestro encaminador, etiquetado como “WAN Link”, conecta con ISP (Internet). Finalmente se han representado tres servidores en Internet que suministran diferentes servicios a los clientes de nuestra red doméstica.

En la parte superior de la figura, aparecen dos objetos que no representan nodos físicos de la red: **Application** y **Profile**. El objeto **Application** contiene información acerca de las aplicaciones que se van a ejecutar en este escenario (Ej.: Web, correo electrónico, etc.). Para cada aplicación podemos definir el patrón de tráfico que ésta va a inyectar en la red, pudiendo existir diferentes tipos de tráfico para una misma aplicación (Ej.:

² El conmutador y el encaminador podrían haberse representado como un único dispositivo, sin embargo se ha representado así para poder diferenciar de una forma más sencilla la función de cada dispositivo.

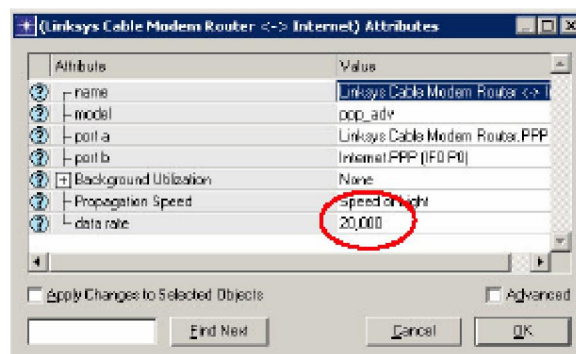
Tráfico ligero de web y Tráfico pesado de web). El tráfico relacionado con los servicios de impresión y de transferencia interna de ficheros no se incluyen porque el principal cuello de botella en esta red es el enlace Internet, y no la Intranet de la red doméstica. Por otro lado, a través del objeto **Profiles** podemos asociar aplicaciones a cada uno de los PCs.

Las propiedades de todos los objetos de la red están predefinidas con la excepción de la velocidad del enlace WAN entre el encaminador y la nube Internet.

Paso 2. Configura el enlace WAN a 20 Kbps

En el primer escenario del proyecto vamos a configurar el enlace WAN con una velocidad de 20 Kbps.

1. Con el botón derecho del ratón pincha el enlace WAN. Selecciona la entrada “**Edit Attributes**” del menú emergente que aparece.



En la figura podemos ver las diferentes propiedades de este enlace. En este caso, cambiaremos sólo la propiedad “**data rate**”.

2. Pincha en el campo “**Value**” de la propiedad “**data rate**” y selecciona “**Edit**”.
3. Introduce el valor “**20000**”, pulsa **Enter** y después pincha en el botón **OK**.

Paso 3. Configura y lanza la simulación.

Para simular el comportamiento de esta red, usaremos el simulador de eventos discretos que incorpora esta herramienta. El modelo de la red simula la generación y entrega de paquetes que intercambian las aplicaciones cliente/Servidor definidas en el escenario. La generación de paquetes, así como el tratamiento de los mismos en los distintos nodos de la red tratan de representar fielmente lo que ocurriría en una red real.

1. Pincha en el botón de la barra de herramientas **Configure/run simulation**.



2. Asegúrate de que el tiempo de simulación es de 8 horas, que representa una jornada laboral.

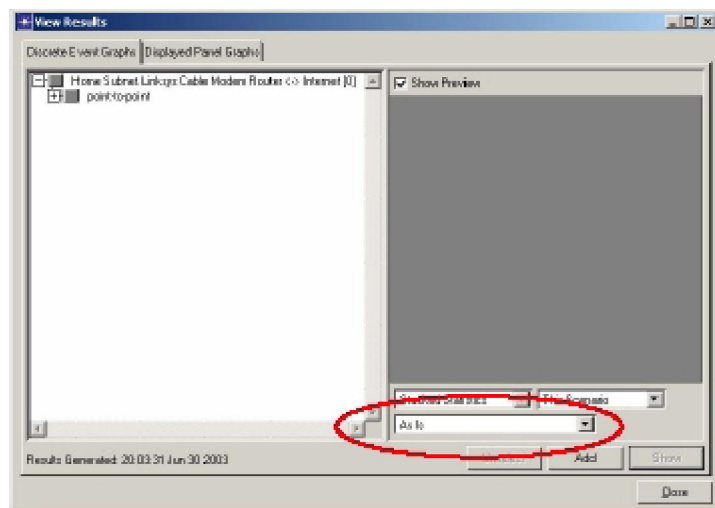
3. Pincha en el botón **“Run”**. Para ver el progreso de la simulación se dispone, entre otras cosas, de una barra de progreso con los tiempos reales y simulados.
4. Cuando la simulación finalice, pincha en el botón **“Close”**

Paso 4. Ver los resultados de simulación.

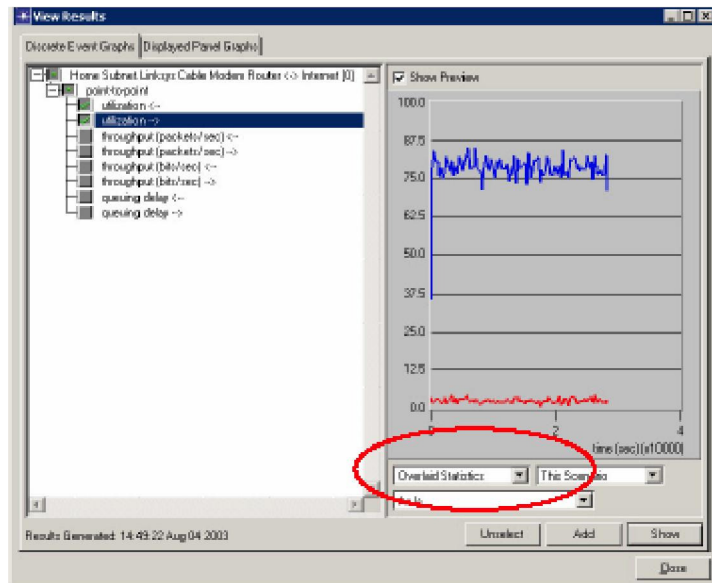
Una vez ha finalizado la simulación, procedemos a obtener los resultados estadísticos de la simulación. En particular, nos interesaremos por el tiempo de respuesta (**Response Time**) de la aplicación Web que ha experimentado la estación con el perfil **“Researcher”** y la utilización del enlace WAN (**Link Utilization**). Para ver la estadísticas:

Prestaciones del enlace WAN

1. Pincha con el botón derecho del ratón en el enlace WAN y selecciona la entrada **“View Results”** para obtener la utilización de este enlace.



2. Abre la entrada **“point-to-point”** y selecciona la estadística **“Utilization”** en ambas direcciones.
3. Selecciona **“Overlaid Statistics”** en el menú desplegable situado en la parte inferior derecha de esta ventana.



4. Pincha el botón “**Show**” y después cierra la ventana de resultados pinchando en el botón “**Close**”.

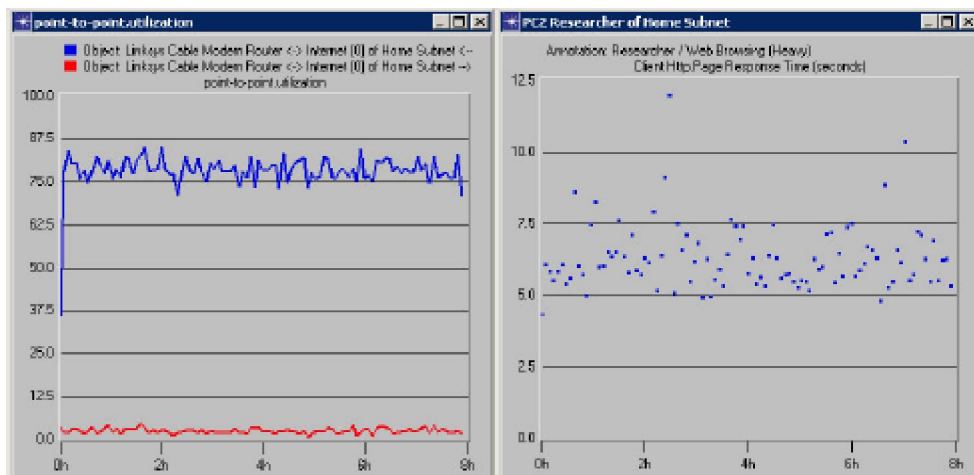
Prestaciones del PC2 (PC con el perfil de tráfico “**Researcher**”)

5. Con el botón derecho del ratón pincha en el nodo **PC2 Researcher** y selecciona la entrada “**View Results**” para obtener las estadísticas de tiempo de respuesta (**Response Time**).

6. Abre la entrada “**Client http**” y seleccionar “**Page response Time (Seconds)**”. Asegúrate que en el menú desplegable situado en la parte inferior derecha está seleccionada la entrada “**As is**”.

7. Pincha en el botón “**Close**” de la ventana de resultados.

8. Para ocultar/mostrar todos los gráficos generados se dispone del botón en la barra de herramientas de la ventana principal.



Los resultados obtenidos deberían ser similares a los mostrados en los paneles de arriba. Como se puede observar, la utilización del enlace de bajada (**download link**

utilization) está sobre el 80%, mientras que la del enlace de subida (**upload link utilization**) ronda el 2%. Con un 80% de utilización del canal no queda demasiado ancho de banda libre para nuevas aplicaciones y/o usuarios. El tiempo de respuesta que el usuario experimenta está entre 5 y 7,5 segundos, siendo demasiado largo para una navegación por Internet cómoda. Por tanto, este enlace es demasiado lento, estando totalmente sobrecargado.

Paso 5. Escenario con 40 Kbps.

En este caso vamos a suponer que tenemos un módem telefónico de mayor velocidad, siendo capaz de obtener velocidades de 40 Kbps³.

1. Selecciona la entrada del menú principal “**Scenarios→Duplicate scenario...**” llamando al nuevo escenario “**40K_dialup_connection**”.
2. Pincha en el botón OK. Con esto, se acaba de crear una copia del escenario original.

Paso 6. Configura el enlace con una velocidad de 40 Kbps.

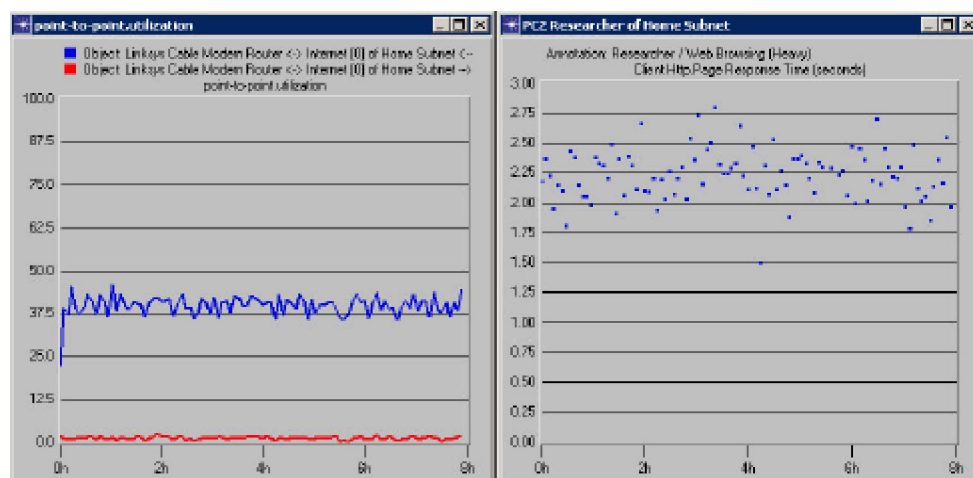
1. Con el botón derecho del ratón pincha en el enlace WAN y cambia la propiedad “**data rate**” a 40000.

Paso 7. Lanza de nuevo la simulación

1. Vuelve a lanzar la simulación de la misma forma que lo hemos hecho anteriormente

Paso 8. Extrae los resultados para el escenario de 40 Kbps.

1. Sigue los mismos pasos que en el escenario anterior para ver la utilización del enlace y el tiempo de respuesta en el nodo PC2 Researcher.



³ Esta es una velocidad realista para un módem de alta velocidad (56 Kbps).

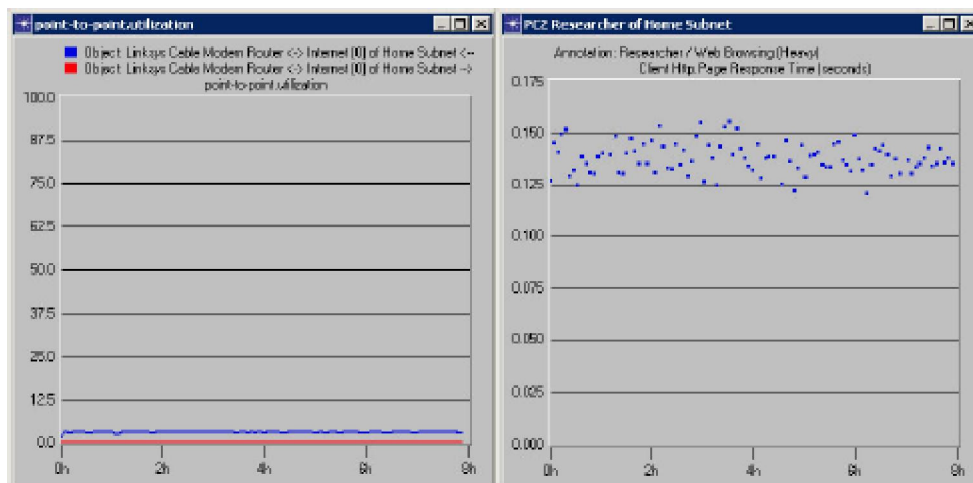
Observando los resultados, cabe destacar lo siguiente:

- ✓ La utilización del enlace se ha reducido a la mitad, como era de esperar.
- ✓ El tiempo de respuesta de la aplicación Web se ha reducido de 6 segundos en el escenario anterior a unos 2 segundos en este.

Paso 9. Cambia la velocidad del enlace a 512 Kbps y repite la simulación.

En el tercer escenario vamos a simular nuestra red con un enlace de 512 Kbps. Este enlace representa una conexión de cable módem o DSL.

1. Duplica el escenario actual, y llama al nuevo **“512K_Cable_Modem_Connection”**
2. Establece la velocidad del enlace a 512 Kbps.
3. Lanza la simulación.
4. extraer los correspondientes a la utilización del enlace, el tiempo de respuesta y el tráfico recibido en el **PC2 Researcher**.



La utilización del enlace ha disminuido un 4% y el tiempo de respuesta de la Web ha bajado a 0.15 segundos. Como podemos apreciar la conexión cable módem mejora significativamente, sobre todo en los tiempos de respuesta que son más que aceptables.

Paso 10. Configura el enlace a velocidad T1 y repite la simulación.

En este caso, los enlaces T1 ofrecen un ancho de banda de 1.544 Mbps en ambas direcciones (enlace simétrico). El gran problema es el coste que mensualmente representa. El cuarto escenario considerará los beneficios que aporta el usar un enlace WAN de tipo T1 con Internet.

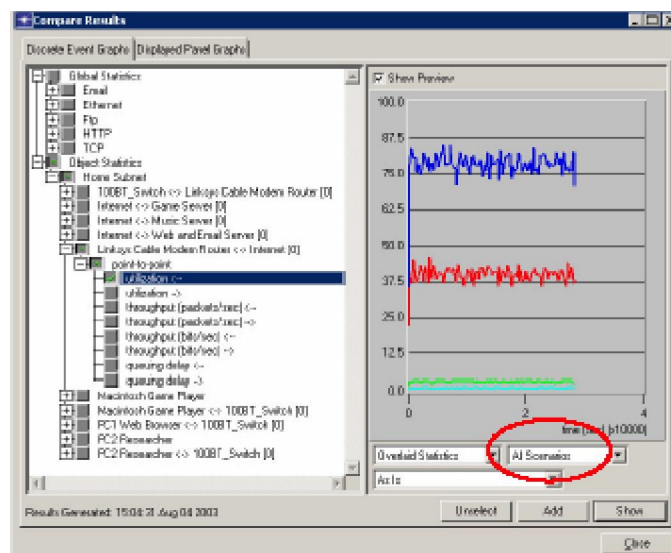
1. Duplica el escenario anterior y nombra el nuevo escenario **“T1_connection”**

2. Cambia la velocidad del enlace WAN (**data rate**) al valor T1 (menú desplegable).
3. Lanza la simulación.

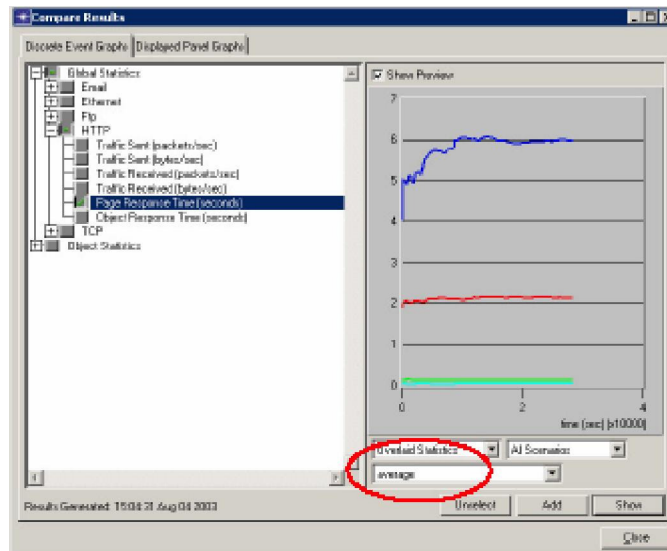
Paso 11: Compara los resultados obtenidos.

En lugar de ver los resultados obtenidos sólo con el enlace T1, vamos a comparar los resultados de utilización y tiempo de respuesta de todos y cada uno de los escenarios que hemos evaluado. Lo cual, nos permitirá observar el efecto de cambiar la velocidad del enlace.

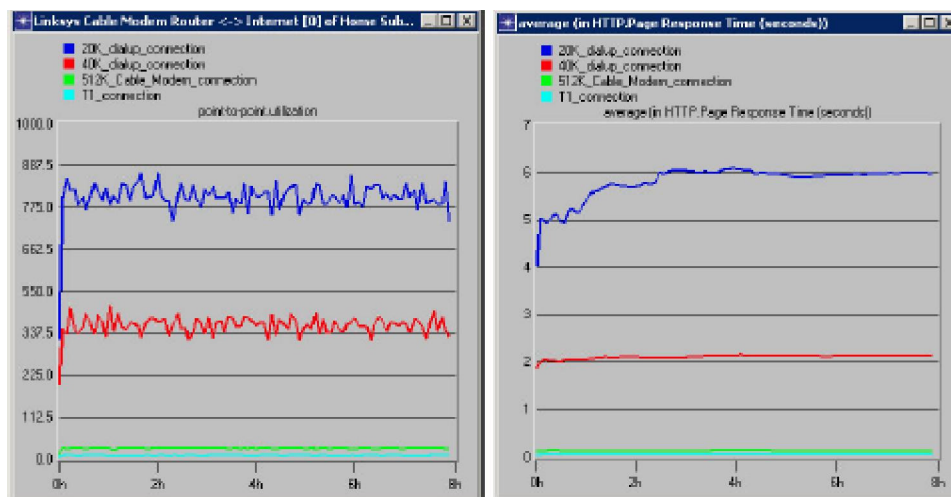
1. Selecciona la entrada del menú principal “**Results→Compare Results...**”.
2. Para comparar las estadísticas de utilización del enlace, escoge las siguientes estadísticas (ver figura)
3. Asegúrate que esta seleccionada la entrada “**All scenarios**” en el menú desplegable de la parte inferior derecha de la ventana de resultados.



4. Pincha en el botón Show.
5. Para comparar el tiempo de respuesta, se ha de deshabilitar la(s) estadística(s) previamente seleccionadas, cambiar el filtro (menú desplegable) en la parte inferior derecha para que en lugar de tener seleccionada la entrada “**As is**” aparezca la entrada “**Average**”. A continuación selecciona las siguientes estadísticas:



6. Pincha en el botón **Show** y a continuación cierra la ventana de resultados pinchando en el botón **Close**.



Estos son los resultados finales. De ellos podemos deducir que:

- (a) Según incrementamos el ancho de banda del enlace, la utilización se va haciendo cada vez menor y el tiempo de respuesta mejora sensiblemente.
- (b) Sin embargo, el tiempo de respuesta y la utilización apenas varían entre los enlaces de 512 Kbps y T1. Teniendo en cuenta el número actual de usuarios y las demandas de tráfico que requieren sus aplicaciones, el enlace T1 no ofrece ningún beneficio en comparación con el enlace de 512 Kbps. Esto demuestra que actualizando el enlace de

512 Kbps a un enlace T1 no será económicamente interesante por las imperceptibles que mejoras que esto supone.

Paso 12: Recomendaciones.

Llega el momento que actuéis como asesores Internet. ¿Qué recomendaríais a una familia que disponga de una red doméstica similar a la empleada?. Haz números para justificar tu recomendación⁴, pero sin reescribir literalmente los resultados que se han obtenido en la simulación.

Cuestiones

En este punto vamos a plantear distintas cuestiones relacionadas con el proyecto propuesto. No te olvides de que antes de modificar un escenario ya existente, es conveniente que lo dupliques y le asignes un nuevo nombre, de manera que puedas consultar la configuración y datos de otro escenario previo.

Es importante que una vez resueltas las cuestiones y terminada la práctica, limpies el directorio de trabajo. Puedes copiarte antes los ficheros que contenga este directorio para poder consultar los resultados nuevamente en otro momento.

(1) **Escenario avanzado 1.** Se pueden recoger muchas estadísticas de la red como la productividad (**throughput**) y el retardo de permanencia en cola del enlace WAN (**queueing delay**). Extrae estas dos estadísticas para los cuatro escenarios y describe las conclusiones que observas.

(2) **Escenario avanzado 2.** Crea un nuevo escenario duplicado. Cambia la velocidad del enlace WAN de forma que obtengas un tiempo de respuesta Web de 1 segundo (Pista: De los resultados que se han obtenido anteriormente, podemos deducir que la velocidad del enlace estará entre 40 y 512 Kbps. ¿Qué velocidad del enlace se obtiene para un tiempo de respuesta de un segundo?

(3) **Escenario avanzado 3.** En la simulación se ha creado un flujo continuo de audio entre el PC1 de la red doméstica y el servidor de música, utilizando un objeto especial del OPNET IT Guru conocido como “**Traffic demand object**”. Se puede visualizar este objeto seleccionado la entrada del menú principal “**View→Demand Objects→ Show AH**”. Intenta cambiar el volumen de tráfico de este objeto⁵.

Para notar los efectos del incremento de tráfico, utilizad una velocidad del enlace WAN lenta, pero que no llegue a saturar la red (es decir, que la utilización no llegue al 100%). Una buena opción sería utilizar en enlace módem de 40kbps.

Para realizar las pruebas, en primer lugar duplica el tráfico de bajada del servidor de audio en bps, de 15000 a 30000 bps. Observa el efecto de incrementar el tráfico sobre el tiempo de respuesta de la aplicación Web. Describe brevemente los valores de tráfico que has cambiado y el impacto en las prestaciones del equipo **PC2 Researcher**.

Después, retorna el tráfico a 15000 bps, y duplica el tráfico en paquetes por segundo, para observar de nuevo la variación del tiempo de respuesta del **PC2 Researcher**.

⁴ Supóngase que el coste mensual de un módem, una línea cable módem y una línea T1 es de 12, 36 y 100 dólares/mes, respectivamente.

⁵ Pista: Edita las propiedades *Traffic(packets/sec)* y *Traffic(bits/sec)* del objeto de tráfico por demanda.

(4) **Escenario avanzado 4.** ¿Que ocurriría si hubiesen dos PCs más ?. Selecciona y copia el **PC Researcher**. A continuación, pega el PC en el escenario. Repite esta operación para añadir otro PC más. Conecta estos dos PCs al conmutador de la red doméstica copiando y pegando el enlace que conecta el PC Researcher al conmutador. Lanza la simulación y examina el tiempo de respuesta de cada uno de estos PCs para todas las velocidades de enlace propuestas en esta sesión. Explica brevemente los resultados que has obtenido, indicando cuál ha sido el efecto de añadir dos PCs más a la red doméstica.

(5) **Escenario avanzado 5.** Añade más aplicaciones al **PC Researcher** y verifica el tiempo de respuesta. Para añadir aplicaciones a un cliente tienes que editar las propiedades del objeto **Profile** y modificar la configuración del mismo (**Profile Configuration**).