

Ethernet

Red de enlace directo con control de acceso al medio

Objetivos

Esta práctica muestra el funcionamiento de una red Ethernet. Las simulaciones propuestas permitirán observar las prestaciones de una red Ethernet bajo diferentes escenarios.

Descripción

Ethernet es un ejemplo de red con tecnología *Carrier Sense, Multiple Access with Collision Detect (CSMA/CD)*. Ethernet es una red de acceso múltiple, lo que significa que múltiples nodos mandan y reciben tramas sobre un enlace único compartido. El término “*Carrier Sense*” en CSMA/CD significa que todos los nodos pueden distinguir entre enlace libre y ocupado. “*Collision Detected*” significa que un nodo escucha mientras transmite y sabe si su trama esta colisionando con otra trama de otro nodo. Ethernet se dice que es un protocolo 1-persistente porque un nodo que desee transmitir lo hará con probabilidad 1 (suceso seguro) en cuanto detecte el canal libre.

En esta práctica de laboratorio simularemos una Ethernet con 30 nodos conectados vía una conexión coaxial en topología de bus. La velocidad de transmisión en la conexión coaxial es de 10 Mbps. Se estudiará cómo el rendimiento de la red se ve afectado por la carga de la red así como por el tamaño de los paquetes.

Pasos

Crear un Proyecto Nuevo

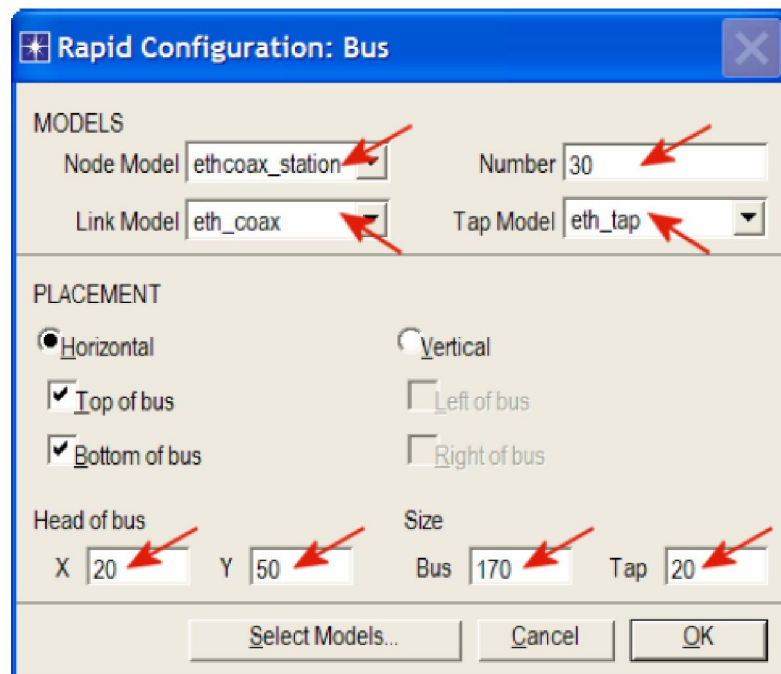
Para crear un proyecto nuevo para la red de Ethernet:

1. Ejecutar **OPNET IT Guru Academic Edition** => Seleccionar **New** del menú **File**.
2. Seleccionar **Project** => Click **OK** => Nombre del proyecto **<Sus_iniciales>_Ethernet**, y el escenario **Coax** => Click **OK**.
3. En el *Startup Wizard*: En la ventana de diálogo *Initial Topology*, asegurarse de **Create Empty Scenario** está seleccionado => Click **Next** => Elegir **Office** de la lista *Network Scale* => Click **Next** => Asignar **200** a **X Span** y mantener **Y Span** con **100** => Click **Next** dos veces => Click **OK**.
4. Cerrar la ventana de diálogo *Object Palette*.

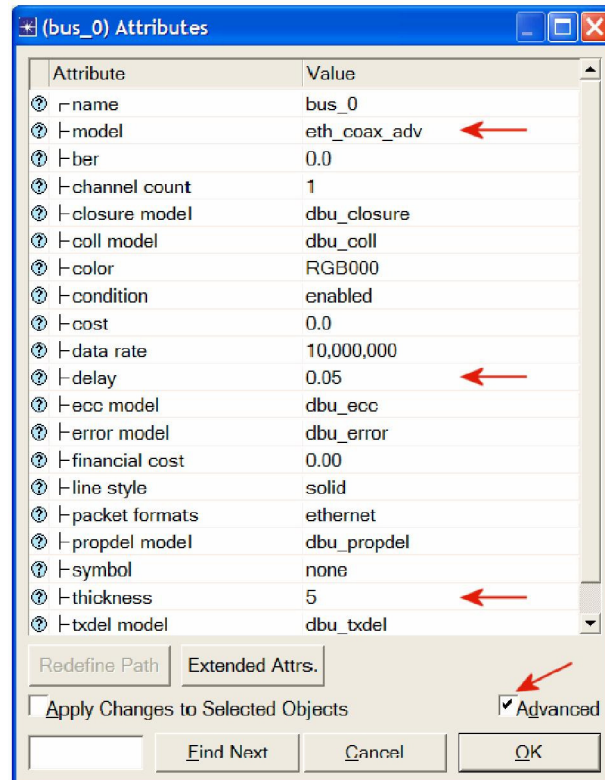
Crear la Red

Para crear la Red Ethernet coaxial

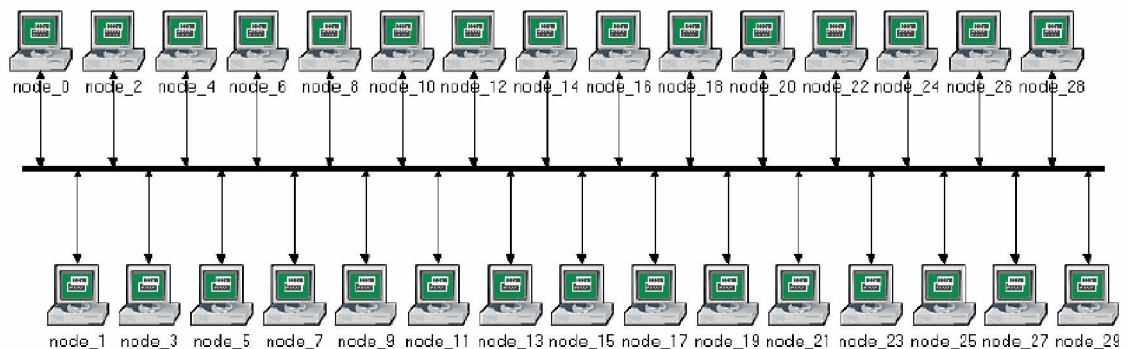
1. Seleccionar **Topology** => **Rapid Configuration**. Elegir **Bus** y Click **OK**.
2. Click en el botón **Select Models** en la ventana de diálogo *Rapid Configuration*. Desde el menú desplegable *Model List* elegir **ethcoax** y Click **OK**.
3. En la ventana de diálogo *Rapid Configuration*, fijar los siguientes 8 valores y pulsar **OK**.



4. Para configurar el bus coaxial, Click-derecho en el enlace horizontal => Seleccionar **Advanced Edit Attributes** del menú:
 - a. Click en el valor (value) del atributo **model** => Seleccionar **Edit** del menú desplegable => Elegir el modelo **eth_coax_adv**.
 - b. Asignar el valor **0,05** al atributo **delay** (retardo de propagación en seg/m).
 - c. Asignar **5** al atributo **thickness**.
 - d. Click **OK**.



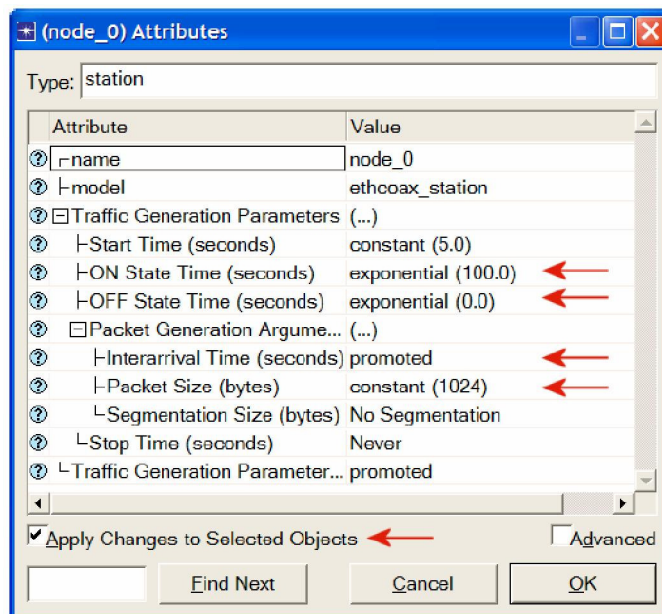
5. Ya se ha creado la red. Compare con el dibujo de abajo.
6. Salvar el proyecto.



Configurar los nodos de la red

Configuración del tráfico generado por los nodos


1. Click-derecho en cualquiera de los 30 nodos => **Select Similar Nodes**.
Ahora todos los nodos de la red están seleccionados.
2. Click-derecho en cualquiera de los 30 nodos => **Edit Attributes**.
3. Marcar la caja **Apply Changes to Selected Objects**. Esto es importante para evitar configurar cada nodo individualmente.
4. Expandir el árbol **Traffic Generation Parameters**:
 - a) Cambiar el valor **ON State Time** a **exponential(100)** => Cambiar el valor de **OFF State Time** a **exponential(0)**. (Nota: Los paquetes solo se generan en el estado ON.)
5. Expandir el árbol **Packet Generation Arguments**:
 - a) Cambiar el valor del atributo **Packet Size** a **constant(1024)**.
 - b) Click-derecho en el atributo **Interarrival Time** y elegir **Promote Attribute to Higher Level**. Esto nos permite asignar múltiples valores al atributo **Interarrival Time** y por lo tanto probar las prestaciones de la red bajo diferentes modelos de carga

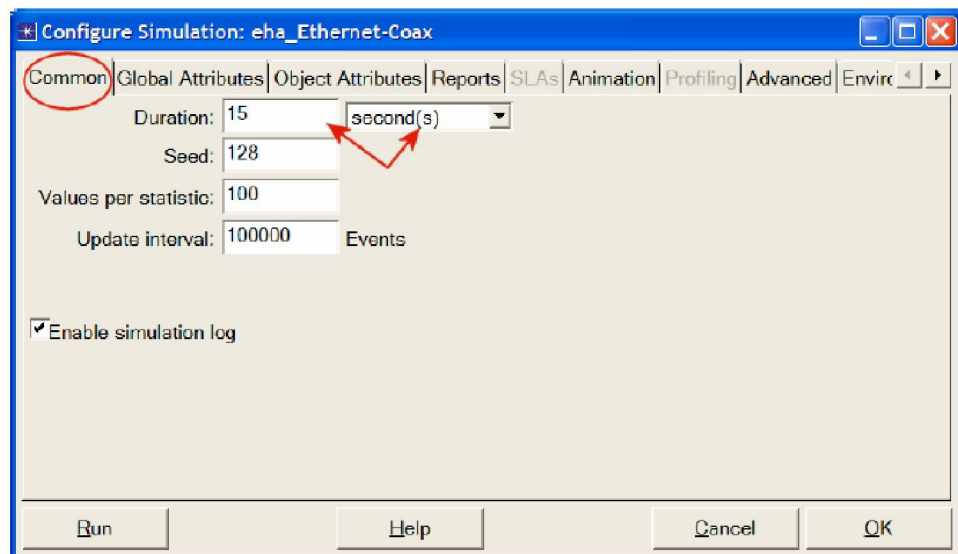


6. Click **OK** para volver al *Editor de Proyectos*.
7. Salvar el proyecto.

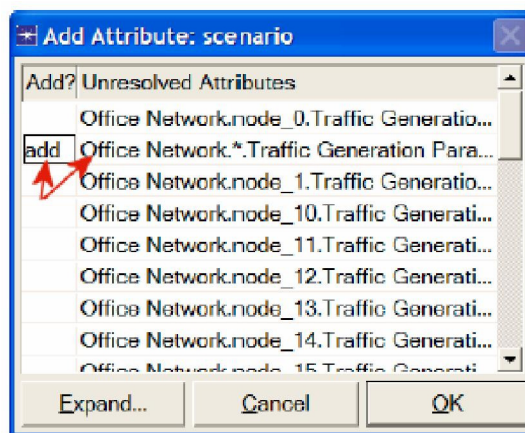
Configurando la simulación

Para examinar el desempeño de la red bajo cargas diferentes, usted necesita correr la simulación varias veces cambiando la carga en la red. Hay una manera fácil de hacer eso. Recuerde que utilizamos el atributo **Interarrival Time** (tiempo entre llegadas) para la generación de paquete. Aquí asignaremos valores diferentes a ese atributo:

1. Click en el botón **Configure/Run Simulation**: 
2. Asegurarse que está seleccionada la pestaña **Common** => Asignar **15 segundos** a **Duration**.



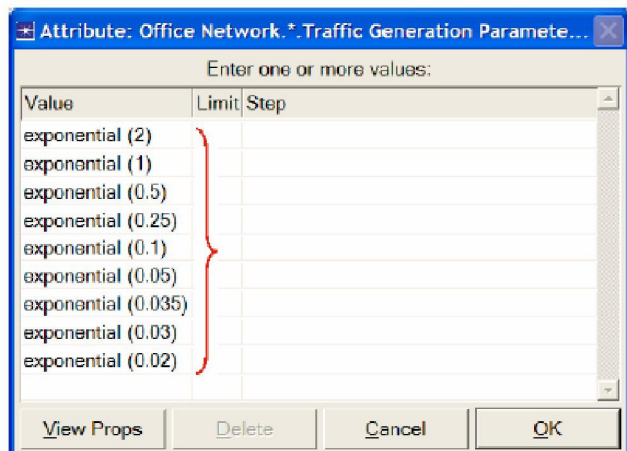
3. Click en la pestaña **Object Attributes**.
4. Click en el botón **Add**. La ventana de diálogo *Add Attribute* debe aparecer llena con los atributos generados para todos los nodos de la red (si no viera los atributos en la lista, cierre el proyecto y reábralo). Necesita añadir el atributo **Interarrival Time** para todos los nodos. Para hacerlo:
 - a. Click en el primer atributo de la lista (**Office Network.node_0.Traffic Generation**) => Click en el botón **Wildcard** => Click en **node_0** y seleccione asterisco (*) del menú desplegable => Click **OK**.
 - b. Verá un nuevo atributo conteniendo el asterisco (el segundo de la lista). Para configurarlo necesita hacer Click en la celda bajo la columna **Add?**
 - c. La ventana de diálogo *Add Attribute* debe parecerse a la siguiente. Click **OK**.



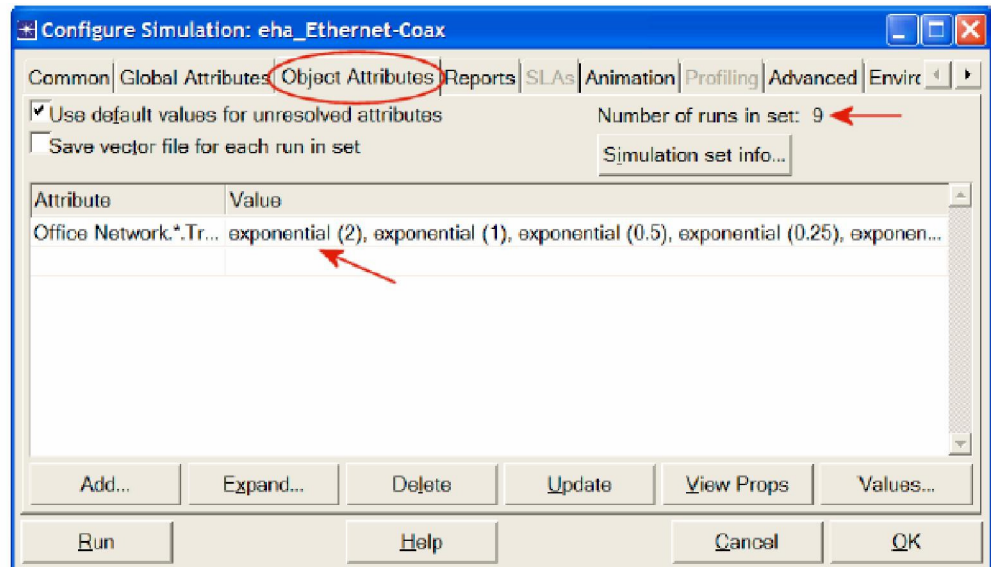
5. Ahora debe ver **Office Network.*.Traffic Generation Parameter ...** en la lista de atributos de objetos de simulación. Click en el atributo para seleccionarlo => Click el botón **Values** en la ventana de diálogo.
6. Añadir los siguientes 9 valores. (Nota: Para añadir el primer valor, doble-Click en la primera celda de la columna **Value** => Teclee "exponential (2)" en la ventana de texto y pulse **Enter**. Repetir esto para los 9 valores.)

Problema: En algún ordenador, por razón desconocida, el simulador no interpreta bien valores del tipo **0**, (cero coma) ó **0.** (cero punto) de tal manera que p.e. "exponential (0,5)" lo interpreta como "exponential (0)". Esto produce un problema en tiempo de ejecución de la simulación puesto que una tasa de generación de tráfico "exponential (0)" quiere decir que el nodo inyecta paquetes, uno tras otro, con tiempo entre paquetes igual a 0. Este escenario es imposible y no tiene solución. El simulador empieza a tomar memoria y el proceso termina por dar un error por desbordamiento de memoria (Windows no es capaz de asignar más de 2GB de memoria virtual al simulador).

Solución conocida: El simulador también acepta notación científica y no da este problema. Así, si nos da problema "exponential (0.5)" podemos poner "exponential (5E-1)"

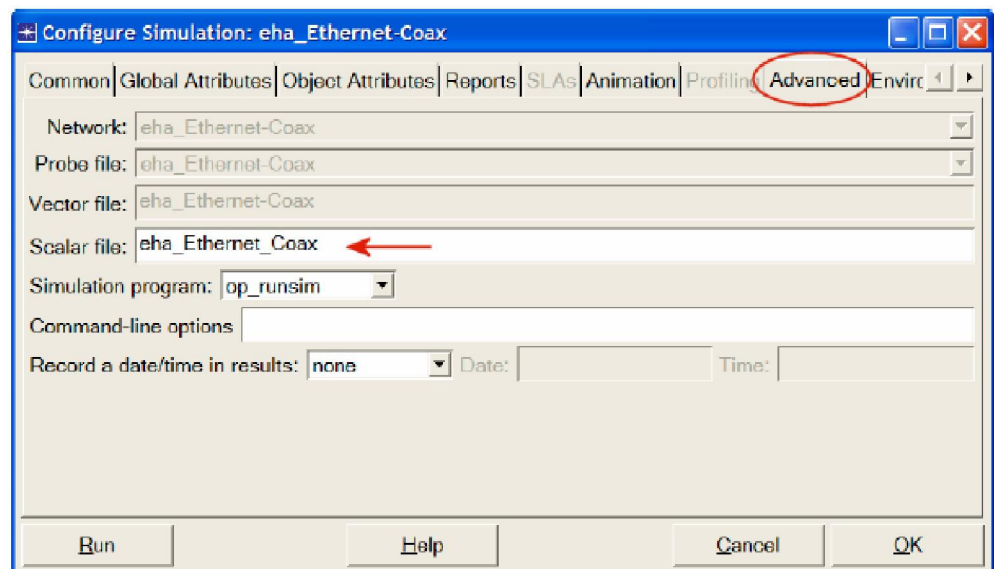


7. Click **OK**. Ahora observe en la esquina superior derecha de la ventana de diálogo y asegúrese que *Number of runs* es 9.



8. Para cada una de las 9 ejecuciones de la simulación, necesitamos que el simulador salve un valor "scalar" que representa la carga media "average" en la red y otro valor escalar que representa la utilización media (throughput) de la red. Para salvar esos escalares necesitamos configurar el simulador e indicarle donde debe salvarlos. Click en la pestaña **Advanced** en la ventana de diálogo *Configure Simulation...*

9. Asigne <sus iniciales>_Ethernet_Coax al campo de texto *Scalar file*.

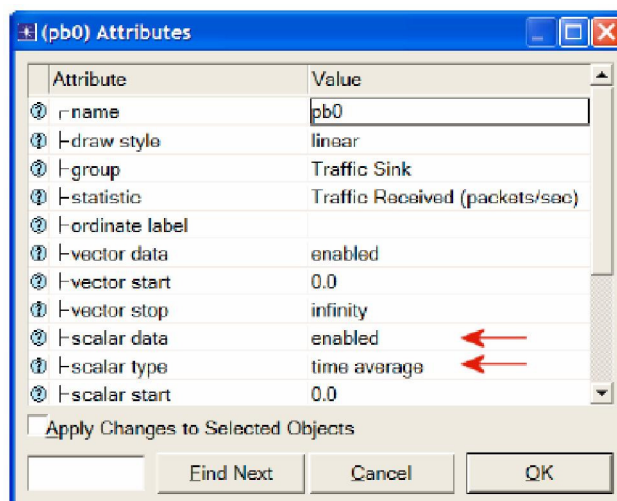


10. Click **OK** y salve el proyecto.

Selección de estadísticas


Para seleccionar las estadísticas a recoger de la simulación:

1. Click-derecho en cualquier punto del área de trabajo (pero no en algún nodo o enlaces) y seleccione Choose Individual Statistics del menú desplegable => Expanda el árbol Global Statistics.
 - a. Expanda el árbol **Traffic Sink** => Click en la check box próxima a **Traffic Received (packets/sec)** (asegurese de seleccionar las estadísticas con unidades en packets/sec),
 - b. Expanda el árbol **Traffic Source** => Click el check box próximo a **Traffic Sent (packets/sec)**.
 - c. Click **OK**.
2. Ahora para recoger la media de las estadísticas anteriores como un valor escalar:
 - a. Seleccionar **Choose Statistics (Advanced)** del menú *Simulation*.
 - b. **Traffic Sent** y **Traffic Received** deben aparecer bajo **Global Statistic Probes**.
 - c. Click-derecho en **Traffic Received** => **Edit Attributes**. Poner el atributo **scalar data** a **enabled** => Poner el atributo **scalar type** a **time average** => Comparar con la figura y Click **OK**.
 - d. Repetir los pasos anteriores con **Traffic Sent** .
 - e. Seleccione *save* del menú **File** en la ventana *Probe Model* y ciérrela.
 - f. Ahora a vuelto al editor de proyectos *Project Editor*. Asegúrese de salvar su proyecto.



Ejecutando la simulación

Para ejecutar la simulación:

1. Click en el botón **Configure/Run Simulation**  => Asegúrese que **Duration** marca **15 second(s)** (no horas) => Click **Run**. Dependiendo de la potencia del ordenador esto puede tardar algunos minutos
2. Ahora el ordenador está realizando las 9 ejecuciones, una por cada tasa de generación de tráfico. Es normal que las ejecuciones tarden cada vez más porque la primera es la de menor carga y se va incrementando hasta llegar a la última que simula un mayor tráfico.
3. Después de que el simulador termine las nueve ejecuciones, click **Close**.
4. Salve su proyecto.

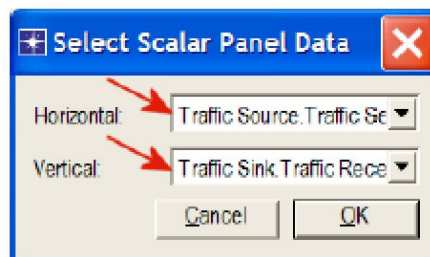
Si vuelve a repetir la simulación, OPNET IT Guru añadirá los nuevos resultados a los resultados ya existentes en el fichero escalar. Para evitar esta circunstancia borre el fichero escalar antes de arrancar la nueva simulación.

- Ir al menú **File** => Seleccione **Model Files** => **Delete Model Files** => Seleccione (.os): **Output Scalars** => Seleccione el fichero escalar a borrar; (<your initials>_Ethernet_Coax_Scalar) => Confirmar borrado con **OK** =>Click **Close**.

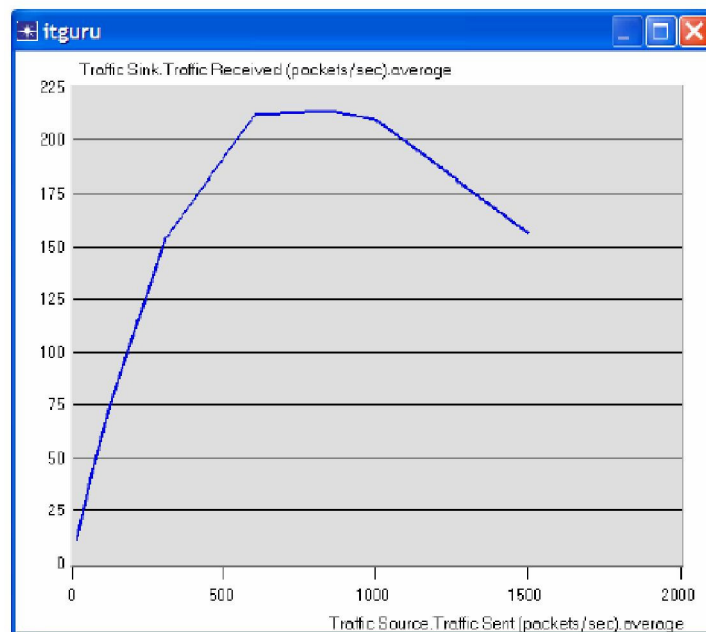
Viendo los resultados

Para ver y analizar los resultados:

1. Seleccionar **View Results (Advanced)** del menú **Results**:. Ahora se abre la herramienta de **Analysis Configuration**.
2. Recuerde que los resultados de la simulación los salvamos en un fichero escalar. Para cargar ese fichero seleccione **Load Output Scalar File** del menú **File** => Seleccione **<sus iniciales>_Ethernet-Coax** del menú desplegable.
3. Seleccione **Create Scalar Panel** del menú **Panels** => Asignar **Traffic Source.Traffic Sent (packets/sec).average** a **Horizontal** => Asignar **Traffic Sink.Traffic Received (packets/sec).average** a **Vertical** => Click **OK**.



4. El gráfico resultante debe ser similar a este...



Bibliografía

- OPNET Ethernet Model Description: Del menú **Protocols**, seleccione **Ethernet Model Usage Guide**.

Cuestiones

- 1) Explicar el gráfico obtenido en la simulación que muestra la relación entre paquetes recibidos (*throughput*) y enviados (carga). ¿Por qué el *throughput* es bajo cuando la carga es muy baja o muy alta?
- 2) Crear tres duplicados del escenario de simulación implementado en esta práctica. Llame a los escenarios Coax_Q2a, Coax_Q2b y Coax_Q2c. Establecer el atributo **Interarrival Time** en *Packet Generation Arguments* para todos los nodos de la siguiente manera
 - **Coax_Q2a** escenario: exponential(0.1)
 - **Coax_Q2b** escenario: exponential(0.05)
 - **Coax_Q2c** escenario: exponential(0.025)

En los nuevos escenarios, abrir la ventana de diálogo *Configure Simulation* y desde *Object Attributes* borrar el atributo *multiple-value* (el único atributo de la lista).

Seleccionar las siguientes estadísticas para el nodo 0: **Ethcoax** → **Collision Count**. Asegurarse que las siguientes estadísticas globales están seleccionadas: **Global Statistics** → **Traffic Sink**→**Traffic Received (packet/sec)**. (Consultar la sección “Selección de estadísticas”).

Ejecutar la simulación para los tres nuevos escenarios. Obtendrá dos gráficos: uno que muestra el número de colisiones del nodo 0 en los tres escenarios y el otro que muestra el tráfico recibido en los tres escenarios. Explique los gráficos y comente los resultados (Nota: Para comparar resultados necesita seleccionar **Compare Results** del menú **Results** una vez terminada la simulación)

- 3) Para estudiar el efecto del número de estaciones sobre el segmento Ethernet en las prestaciones, crear un duplicado del escenario **Coax_Q2c** que creó en la Cuestión-2. Denomine al nuevo escenario **Coax_Q3**. En el nuevo escenario borre los nodos con numeración impar (nodos 1, 3, 5,... total 15 nodos borrados). Ejecute la simulación sobre el nuevo escenario. Cree un gráfico que compare el contador de colisiones del nodo 0 en los escenarios **Coax_Q2c** y **Coax_Q3**. Explique el gráfico y comente los resultados.
- 4) En las simulaciones se ha usado un paquete (trama) de tamaño 1024 byte (Nota: Una trama Ethernet puede contener hasta 1500 bytes de datos). Para estudiar el efecto del tamaño del paquete sobre el *throughput* de la Ethernet crearemos un duplicado del escenario **Coax_Q2c** de la Cuestión-2. Llame al nuevo escenario **Coax_Q4**. En el nuevo escenario utilice un tamaño de paquete de 512 bytes (para todos los nodos). Seleccione las siguientes estadísticas globales para ambos escenarios: **Global Statistics**→**Traffic Sink**→**Traffic Received (bits/sec)**. Ejecute las simulaciones de ambos escenarios. Cree un gráfico que compare el *throughput* como *packets/sec* y otro gráfico que compare el *throughput* como *bits/sec* en los escenarios **Coax_Q2c** y **Coax_Q4**. Explique los gráficos y comente los resultados.