

# Práctica 6 - Omnet++

## Análisis de prestaciones en redes WiFi

20 de abril de 2016

### 1. Objetivos

En esta práctica utilizaremos el simulador Omnet++ con un escenario proporcionado para simular una red inalámbrica. Primero comprobaremos los submódulos que forman un nodo inalámbrico, ya sea una estación o un punto de acceso. Después, analizaremos el proceso de autenticación y asociación de una estación con el punto de acceso. En tercer lugar, estudiaremos como se comporta una red inalámbrica cuando se incrementa el número de usuarios y sus efectos en el rendimiento. Finalmente, veremos alguno de los efectos de la interconexión entre redes inalámbricas y cableadas.

Al final de la práctica el alumno debe ser capaz de responder a estas preguntas:

- ¿Qué módulos forman una estación WiFi? ¿Qué módulos forman un punto de acceso WiFi?
- ¿Qué paquetes se intercambian entre un punto de acceso y una estación durante los procesos de autenticación y asociación?
- ¿Cuál es el impacto en el rendimiento de una red inalámbrica de aumentar el número de estaciones y con él la carga?
- ¿Cuál es el impacto en el rendimiento de una red inalámbrica de aumentar el número de estaciones mientras la carga se mantiene constante?
- ¿Cuántas tramas es necesario transmitir para entregar un datagrama UDP unicast entre una estación conectada a una red WiFi y un servidor conectado a una red Ethernet?

### 2. Preparación del entorno de trabajo

Para preparar el entorno de trabajo realizad los siguientes pasos:

1. Inicial Omnet++ y comprobad que el proyecto “inet” existe y está incluido en vuestro *Workspace* (si no se deben seguir los pasos descritos en la práctica 1 para importar el proyecto “inet”).
2. Descargad el fichero *Prac6-PrestacionesWifi.tar.gz* desde Poliformat.
3. Extraer dicho fichero en cualquier ubicación del disco duro. Los ficheros incluidos son: RedWifi.ned y RedWifi.ini.
4. Copiad la carpeta extraída a la raíz del proyecto “inet” (“Copiar” en navegador de archivos y “Paste” en carpeta “inet” del explorador de proyectos).
5. Añadid la nueva carpeta a la lista “NED Source Folders” (click derecho sobre proyecto *Inet - Properties - Omnet++ - NED source folders*, como se vió en la práctica 1 apartado “Creación de la red”).

En este momento ya podemos pasar al apartado siguiente para explorar la red.

### 3. Descripción del escenario y configuración de la simulaciones

Abrid el fichero “RedWifi.ned”. La red está formada por los siguientes módulos:

- IPv4NetworkConfigurator y StandardHost (ya utilizados en prácticas anteriores) y los dispositivos propios de una red inalámbrica WirelessHost y AccessPoint.
- Channel Control: Simula el canal inalámbrico compartido por todos los nodos WiFi.

El escenario se muestra en la figura 1, donde puede verse que tenemos un punto de acceso (módulo AccessPoint) conectado a un servidor (StandardHost) usando una conexión Eth1G, y un array de wirelessHost que nos permite definir un número de clientes inalámbricos variable.

El fichero “RedWifi.ini” contiene 3 configuraciones: Practica6\_1, Practica6\_2 y Practica6\_3. En los siguientes apartados se simularán cada una de ellas.

#### Ejercicio 1

Observando el fichero “RedWifi.ini” (i RedWifi.ned si lo consideras conveniente) responde a las siguientes preguntas:

- Sobre la configuración Practica6\_1:
  - ¿Cuántos wirelessHosts hay?
  - ¿Cuál es el destino de los paquetes generados por wirelessHost?
  - Observa los parámetros “messageLength”, “sendInterval” y “startTime”:
    - ¿Cuál será la tasa de transferencia ofrecida<sup>a</sup> (Mbps) de wirelessHost de acuerdo con estos parámetros?
    - ¿Cuándo inicia la transmisión de datos el wirelessHost (aproximadamente)?
- Sobre la configuración Practica6\_2:
  - ¿Cuántas simulaciones hay definidas?
  - ¿Cuántos wirelessHosts hay en cada una de ellas?
  - ¿Cuál es ahora la tasa de transferencia ofrecida en total (suma de todos los wirelessHosts)?
- Sobre la configuración Practica6\_3:
  - ¿Cuál es ahora la tasa de transferencia ofrecida en total (suma de todos los wirelessHosts)?

---

<sup>a</sup>La tasa de transferencia ofrecida es la cantidad de datos que el host intenta enviar a la red.

### 4. Autenticación y asociación entre una estación y un punto de acceso

En este apartado simularemos la configuración “Practica6\_1” en modo gráfico para visualizar el intercambio de mensajes entre el wirelessHost (estación) y el punto de acceso.

Abre el fichero “RedWifi.ini” y mediante el Administrador de simulaciones (Run -> Run configurations), crea una nueva configuración de simulación que ejecute la configuración “Practica6\_1” en modo gráfico (ver Figura 2). Lanza la simulación y realiza el Ejercicio 2.

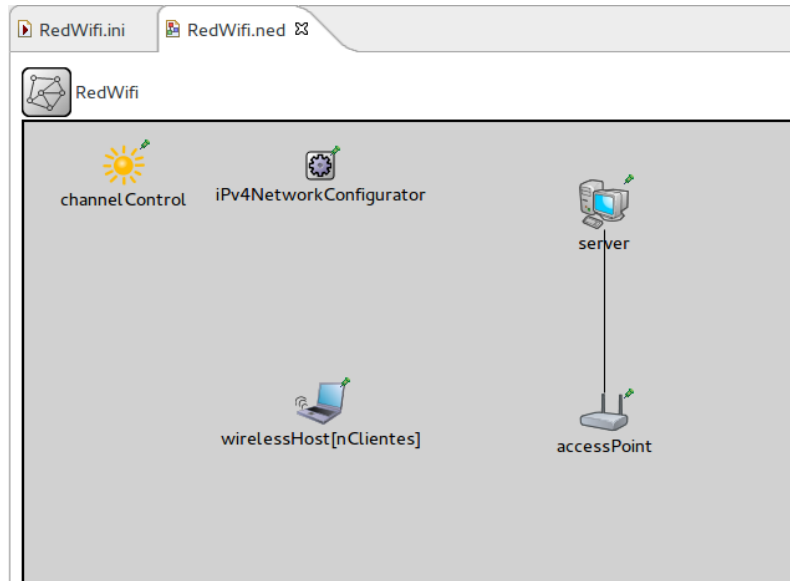


Figure 1: Escenario

## Ejercicio 2

- Explora el wirelessHosts y el punto de acceso y responde a las siguientes preguntas:
  - ¿Qué módulos componen la tarjeta inalámbrica del wirelessHost?
  - ¿Qué módulos componen el punto de acceso?
- Vuelve al nivel más alto del escenario para poder ver la red completa, ejecuta la simulación hasta el segundo 3 y observa el panel inferior donde aparecen los mensajes intercambiados.
  - Rellena la siguiente tabla con la información de los mensajes intercambiados entre el punto de acceso y el wirelessHost durante el proceso de autenticación y asociación. Ignora los mensajes wlan-ack y los Beacons enviados por el punto de acceso.

Tiempo	Origen	Destino	Tipo Mensaje
0.3533	wirelessHost[0]	accessPoint	probeReq

Cuadro 1: Mensajes intercambiados durante los procesos de autenticación y asociación.

- De todos los mensajes intercambiados entre la estación y el punto de acceso, ¿cuáles han sido confirmados mediante un wlan-ack? ¿Porqué unos paquetes son confirmados y otros no?

No es necesario finalizar la simulación, ya puedes cerrar la simulación y continuar con el siguiente apartado.

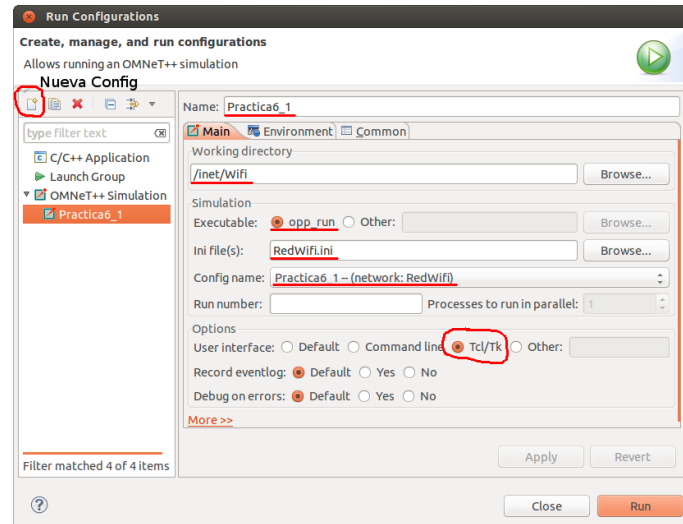


Figura 2: Run Configuration para la configuración “Practica6\_1” en modo gráfico.

## 5. Impacto de un aumento de carga en la red

En este apartado observaremos los efectos de un aumento de la carga en el rendimiento de una red WiFi.

Observa el código de la configuración “Practica6\_2” y comprobarás que se va aumentando el número de wirelessHosts en cada repetición (variable  $nClients$ ). Dado que cada wirelessHost intenta transmitir la misma tasa que en la configuración “Practica6\_1”, la carga aumentará en la misma proporción que el número de wirelessHosts.

Mediante el Administrador de simulaciones (Run → Run configurations), crea una nueva configuración de simulación que ejecute todas las repeticiones de la configuración “Practica6\_2” en modo consola, como se muestra en la Figura 2 (duplicar y adaptar la anterior puede ser lo más cómodo). Lanza las simulaciones y espera hasta que acaben. En el directorio “results” se habrán creado varios ficheros de resultados “Practica6\_2-X.SCA”. Haz doble click sobre este para crear el ANF correspondiente y pasar al modo de análisis de datos. Realiza el Ejercicio 3.

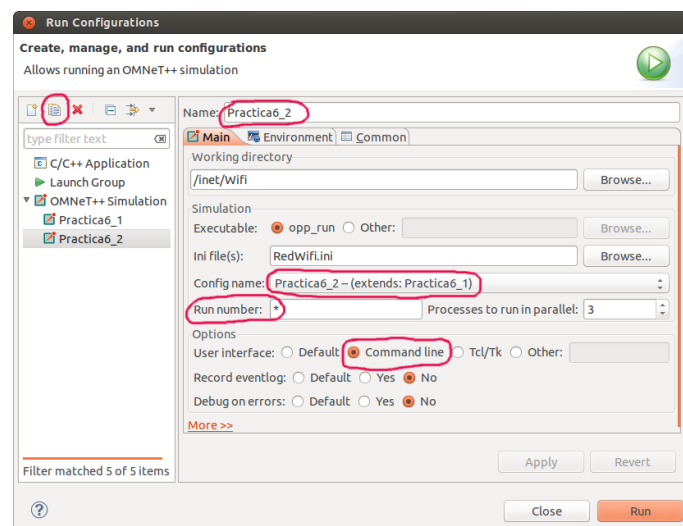


Figura 3: Configuración para ejecutar la config “Practica6\_2” en la consola.

### Ejercicio 3

Encuentra el número total de bytes recibidos por el servidor a nivel de aplicación (“rcvdPk:sum(PacketBytes)”) y rellena la tabla. *Nota: Tasa total ofrecida es la suma de las tasas de transferencia a la que intentan transmitir los hosts.*

Numero de estaciones	Tasa Total Ofrecida (Mbps)	MBytes recibidos
2	25.4 Mbps	14.71M

Cuadro 2: Tasa ofrecida y bytes recibidos cuando la carga aumenta.

## 6. Impacto de un aumento en el número de estaciones

En este apartado observaremos los efectos en el rendimiento de la red WiFi al aumentar el número de usuarios sin aumentar la carga total. Observa en el código de la configuración “Practica6\_3” cómo se va aumentando el número de usuarios en la misma proporción en la que se disminuye la tasa de generación de paquetes por usuario, por lo que la carga total de la red es la misma en todas las simulaciones.

Crea una nueva configuración de simulación (por ejemplo, a partir de un duplicado de la anterior) que ejecute las repeticiones de la configuración “Practica6\_3” en modo consola. Lanza las simulaciones. Genera el fichero ANF de resultados y realiza el Ejercicio 4.

### Ejercicio 4

1. Encuentra el número total de bytes recibidos por el servidor a nivel de aplicación (“rcvdPk:Sum(PacketBytes)”) y rellena la tabla. *Nota: Tasa total ofrecida es la suma de las tasas de transferencia a la que intentan transmitir los hosts.*

Numero de estaciones	Tasa Total Ofrecida (Mbps)	MBytes recibidos
2	12.7 Mbps	14.15M

Cuadro 3: Tasa ofrecida y bytes recibidos cuando la carga se mantiene constante.

2. ¿Por qué las pérdidas cuando hay tan solo 2 estaciones son menores que cuando hay más?
3. Compara los resultados con los obtenidos en el ejercicio 3.
  - ¿Depende la capacidad de la red (su tasa total máxima) de la tasa total ofrecida?
  - ¿Depende la capacidad del número de nodos en la red?
  - ¿Cuando aumenta el número de nodos en una red wifi, aumenta o disminuye la capacidad de dicha red?

# 7. Interacción entre WiFi y Ethernet (OPCIONAL)

En este apartado observaremos detalladamente el paso de un mensaje UDP generado por el WirelessHost de la red WiFi a la red Ethernet. Vuelve a lanzar la simulación de la configuración “Practica6\_1” en modo gráfico para visualizar el intercambio de mensajes entre los un wirelessHost, el punto de acceso y el servidor y realiza el ejercicio 5.

## Ejercicio 5

Avanza la simulación hasta el segundo 1.0609 mediante el botón “Run Until”



Figura 4: Configuración Run Until.

Para rellenar la siguiente tabla hay que observar el contenido de las cabeceras Wifi. Así, en el panel inferior selecciona uno de los mensajes transmitidos **desde el wirelessHost al Punto de Acceso**, y en el panel situado a la izquierda, **pestaña “Fields”**, despliega el campo “encapsulatedPacket”. Encontrarás los campos “toDS”, “fromDS”, “receiverAddress”, “transmitterAddress” y “address3”.

1. Observando el contenido de algunos mensajes, determina cuáles son las direcciones MAC de los tres dispositivos.
2. Observando los mensajes intercambiados entre el wirelessHost y el Punto de Acceso así como los intercambiados entre el Punto de Acceso y el Server, rellena la siguiente tabla (copia solo los últimos 2 bytes de las direcciones MAC).

Red	Emisor(WiFi)/ Origen(Eth)	Receptor (WiFi)/ Destino(Eth)	address3 (solo Wifi)	toDS	fromDS	Tipo Mensaje
Wifi	00:02	00:01	ff:ff	true	false	ArpReq
Eth	00:02	ff:ff	-	-	-	ArpReq

Cuadro 4: Mensajes previos a la transmisión de una trama de datos entre el wirelessHost y el servidor (ignorar beacons y wlan-ack).

3. ¿Para qué sirve el campo “address3” en la cabecera WiFi?