

supondría para el docente por lo que éste centraría su labor en la resolución de dudas aún no contempladas por estas herramientas.

En lo que sigue se mantendrá la siguiente estructura: En el apartado 2. se inicia un planteamiento de cara a la decisión de generar las herramientas en la propia Universidad. En el apartado 3. se presentan las herramientas utilizadas en el laboratorio (Sniffer, Simulador de Red, Simulador de Agentes SNMP y Gestor de Red). Y por último se muestran las conclusiones y líneas futuras del artículo.

2. Generación de herramientas

Una vez planteado el problema, pueden proponerse varias soluciones de cara a elaborar las prácticas y para dotar los laboratorios con el material necesario.

La primera de las soluciones puede ser adquirir los diferentes dispositivos físicos así como el software específico necesario por sus evidentes funcionalidades o por su reconocido valor docente y sin atender a su coste. Esta solución lleva asociados dos problemas. El coste de adquisición que deberá ser abordado nuevamente en el momento de su actualización y que el alumno no podrá usar estos elementos cuando no se encuentre en nuestras instalaciones.

En el otro extremo se encontraría la posibilidad de utilizar material gratuito con el que suplir ese software específico, e incluso, que pueda simular el hardware necesario. Esta opción será, efectivamente, más deseable. Sin embargo no siempre lo podremos encontrar de forma gratuita, no siempre se ajustará a nuestras necesidades y no siempre resultará actualizado o mantenido a lo largo del tiempo.

La tercera posibilidad sería la generación de las herramientas necesarias para nuestras prácticas, ya sea software específico o simuladores de hardware. En este caso el problema fundamental resulta ser el propio desarrollo ya que se necesitan recursos que implican un cierto coste, esencialmente el correspondiente a los desarrolladores. Un segundo problema sería su coordinación y que se deben marcar las funcionalidades a desarrollar. Y por último sería deseable asegurar

tanto las actualizaciones como el mantenimiento.

Sin embargo en este tercer caso los problemas pueden no tener tanta importancia si se cuenta con la necesidad de los alumnos de realizar Trabajos de Final de Carrera. ¿Qué mejor objetivo para estos proyectos que centrarse en el desarrollo de herramientas para los laboratorios? En cuanto a la coordinación, sus propios tutores podrán realizar esta labor.

Como último punto a considerar, la generación de estos simuladores y aplicaciones de uso libre para la realización de las prácticas de laboratorio, elementos que además podrán ser utilizados por los alumnos fuera del ambiente universitario, cubrirán todas nuestras necesidades como docentes de la materia ya que así habrían sido diseñadas. Además, en sus diferentes versiones irán adaptándose a las frecuentes novedades en esta materia tan cambiante. De esta forma también quedaría resuelta la necesidad de actualizaciones de las herramientas.

Sin embargo quedaría sin resolver su mantenimiento en caso de producirse cualquier tipo de problema ya que, aunque los alumnos pueden llegar a resolverlo, deben tener en cuenta el calendario que marcan sus Trabajos de Final de Carrera por lo que llegaría a dilatarse más allá de lo razonable.

Un problema pendiente será el tipo de licencia del software. Tales licencias deben permitir su uso más allá de la especial relación Universidad-Alumno y por tanto debe quedar resuelto en la propia realización del Trabajo Final de Carrera.

Por tanto en este tercer caso las necesidades de la Universidad pueden quedar cubiertas con los recursos de ésta y con un alto grado de satisfacción.

3. Las herramientas para los laboratorios sobre redes de ordenadores

Atendiendo a las especiales características de esta materia, las herramientas deben poder simular las máquinas necesarias para la realización de las prácticas, uno de los principales problemas en cuanto a los necesarios medios en los laboratorios se refiere, e incluso

mejorarlas obteniendo respuestas y ayudas que no existan en la realidad.

Otro aspecto a desarrollar es la capacidad de autoaprendizaje que suponen estas herramientas. Y por tanto la evaluación de los alumnos sobre los conocimientos y capacidades adquiridas mediante estas herramientas como sistema de autoaprendizaje. Como respuesta a la petición de propuestas de mejora, a cumplimentar dentro de las propias prácticas, a penas se han presentado. Sin embargo sí se han expresado opiniones sobre la idea de representar una ayuda significativa en cuanto al proceso de aprendizaje. Y en cuanto a una valoración cuantitativa, la mejora en cuanto al número de alumnos que han superado la asignatura en el curso 2007-8 respecto al 2006-7 ha sido de un 16 % pero no se puede determinar qué peso han podido tener otros condicionantes.

Y por último es necesario destacar la razón última de la generación de herramientas en lugar de su búsqueda a través de otras fuentes. Y no es otro que su mayor adecuación a las necesidades y requisitos planteados para la realización de las prácticas de laboratorio dado el dominio que sobre ellas podemos ejercer como parte del equipo para su desarrollo. Resulta evidente que las diferentes funcionalidades irán dirigidas fundamentalmente hacia la docencia/aprendizaje.

En los siguientes apartados se expondrá la experiencia realizada durante los últimos años en los laboratorios de las asignaturas relacionadas con las redes de ordenadores de nuestra Universidad. Esta experiencia gira en torno a la utilización de las siguientes herramientas:

- Sniffer: Permitirá la captura de las unidades de datos en una red TCP/IP para su posterior estudio.
- Simulador de Red: Permitirá al alumno diseñar, configurar y probar diferentes redes desde su propio ordenador.
- Simulador de Agentes para la Gestión de Red: Mediante esta herramienta el alumno podrá definir diferentes agentes basados en Simple Network Management Protocol (SNMP) que sean equivalentes a diferentes tipos de dispositivos reales.

- Gestor de Red: Esta herramienta servirá para realizar labores de gestión de red basadas en SNMP sobre redes reales.

3.1. Sniffer

Las asignaturas cuya temática trata sobre redes contienen un bloque de conocimientos centrado en las unidades de datos. Si partimos de TCP/IP como arquitectura de trabajo, los paquetes, segmentos y mensajes serán los elementos a tratar.

El alumno debe tener una idea clara de los campos y funciones que contienen cada uno de esos elementos. Y para ello resulta evidente que un sniffer puede ser una herramienta muy útil.

En este caso se ha desarrollado un sniffer con los elementos necesarios para poder identificar cada campo y su funcionalidad, UBUSniffer [1].

En esta herramienta se incluye un elemento que la diferencia de cualquiera otra existente (Wireshark 1.0.6 [6], Tcpdump 4.0.0 [7], etc.) como es la parametrización de la captura y almacenamiento (*Figura 1*).

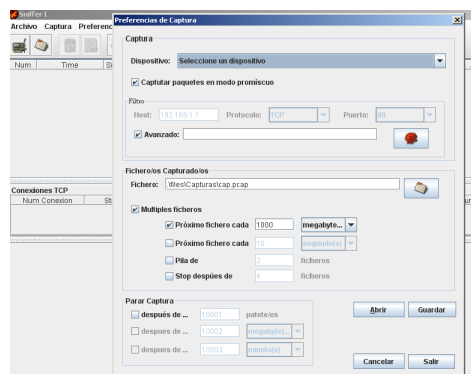


Figura 1. Pantalla de parametrización de la captura de UBUSniffer

El alumno podrá utilizar múltiples ficheros de almacenamiento, de manera cíclica, definir el número de unidades de datos por cada fichero en función del tiempo, tamaño del fichero o por número de paquetes y de forma especial podrá definir la intersección en la concatenación entre ficheros contiguos con la consiguiente aparición de cierto número de unidades de datos entre en dos para no perder su influencia en otros

posibles trabajos posteriores. Esta concatenación podrá definirse en función del número de unidades, del tiempo o del tamaño del fichero.

Pero la característica más interesante de cara al aprendizaje de los alumnos será la de poder comparar los componentes de diferentes hasta tres unidades de datos sobre la misma pantalla como se muestra en la *Figura 2*.

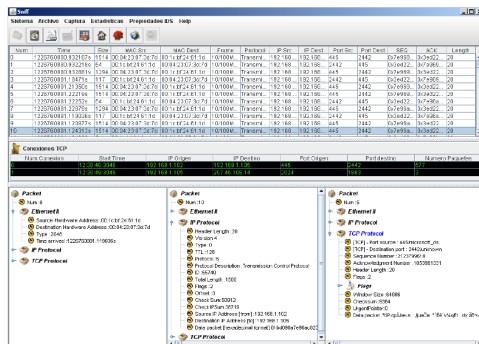


Figura 2. Comparativa de contenidos de distintas unidades de datos

3.2. Simulador de Red

Una vez comprendidas las funcionalidades y contenidos de los diferentes campos y protocolos de interés para este tipo de asignaturas, el siguiente elemento a tratar es el direccionamiento y diseño de redes. Este apartado será desarrollado a través de la herramienta de simulación de red, UBUNetSim [2].

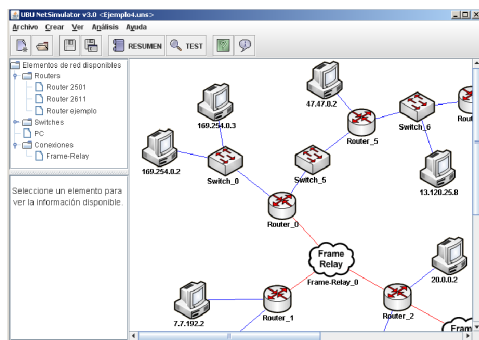


Figura 3. Pantalla de trabajo de UBUNetSim

Esta herramienta permitirá al alumno diseñar una red, configurarla como si de dispositivos Cisco se tratara y probar su correcta configuración. Otro aspecto interesante de cara a la documentación y autoaprendizaje del alumno es que en todo momento la herramienta permitirá ver un resumen con todas las características de cada dispositivo definido (*Figura 4*), las características de configuración de cada dispositivo en particular y los comandos necesarios para alcanzar ese estado (*Figura 5*).

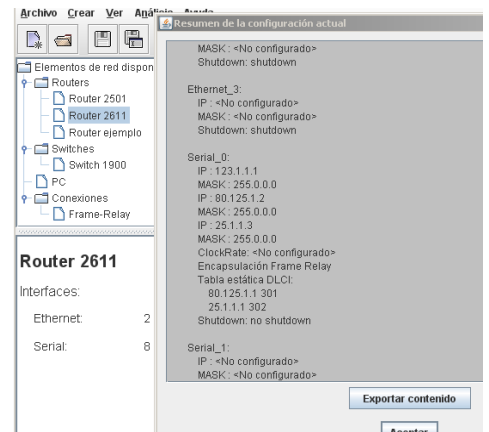


Figura 4. Detalle de las características de uno de los routers configurados

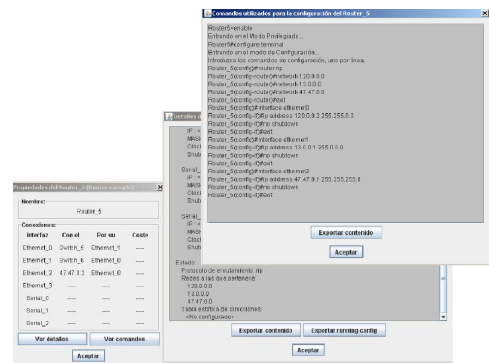


Figura 5. Estado de la configuración actual de un dispositivo de red y secuencia de comandos para ser alcanzado

Esta herramienta mantiene ciertas semejanzas con otras ya existente (KivaNS 1.1 [8], NetSim 7.0 [9], etc.). Algunas de éstas como puede ser NetSim son de una indiscutible calidad pero representan un coste relativamente alto para su utilización. Otras como Kiva son en realidad equivalentes a UBUNetSim ya que ambas están orientadas al estudio de la arquitectura TCP/IP aunque en este caso la información proporcionada por la herramienta permite documentar, reconocer errores de configuración y en última instancia recoger los el último listado de comandos con el que poder configurar con éxito una serie de dispositivos. Por otra parte aunque algunas de las herramientas existentes puedan resultar más atractivas que UBUNetSim parece razonable contar con esta herramienta ya que podrá ser la base para la realización de posteriores Trabajos de Final de Carrera. Además en un futuro cercano esta herramienta formará parte de otras más complejas como la herramienta de gestión de red UBUGestRedSNMP que se expondrá más adelante.

3.3. Simulador de Agentes para la Gestión de Red

Los alumnos ya pueden diseñar redes y probarlas. El siguiente paso será definir algún servicio y para ello parece oportuno gestionar la red. Para ello es necesario que el alumno comprenda los diferentes componentes del modelo de gestión de red elegido, en este caso SNMP. Estos componentes son fundamentalmente Management Information Base (MIB) para almacenamiento de datos en cada agente y SNMP como protocolo de gestión de red. Y para ello se desarrollará una herramienta que permita trabajar sobre ambos elementos, UBUSimAgSNMP [3].

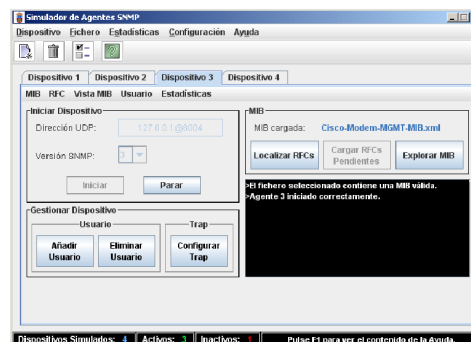
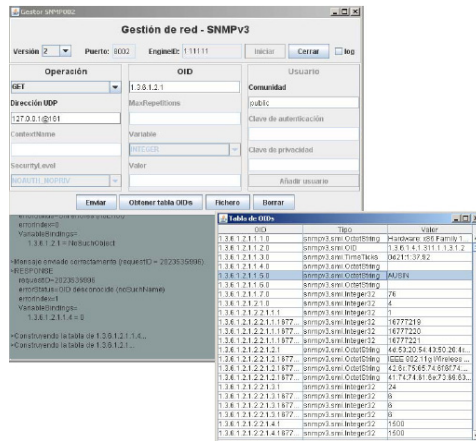


Figura 6. Interfaz de trabajo de UBUSimAgSNMP

Mediante esta herramienta el alumno podrá crear cuantos dispositivos desee y cada uno de ellos podrá tener la MIB y versión de SNMP que necesite. También podrá crear, eliminar y modificar los valores y objetos de la MIB, vistas, usuarios y nombres de comunidad, podrá cargar RFCs para ver la relación entre los datos definidos en éstas y su valor contenido en la MIB, en definitiva, podrá realizar cuantos cambios necesite para simular cualquier situación que pueda verse en la realidad.

Una vez definidos los elementos necesarios podrá hacer uso de cualquier herramienta para consultar y/o modificar los datos de la MIB como puede ser una nueva herramienta también desarrollada para realizar esta nueva tarea, GestorSNMP [4], y como resultado de ello, desde el simulador podrá verse el trabajo realizado con cada uno de los dispositivos.



Esta herramienta es similar a SNMP Agent Simulator Datasheet [10] de Adventnet, una herramienta con un largo historial, numerosas capacidades y que refleja de forma fiel el funcionamiento de un agente. Sin embargo la herramienta que presentamos no sólo es equiparable a aquella sino que resulta ser gratuita a diferencia de aquella y resulta tener cierta ventaja en un aspecto tan importante para la docencia como es el conjunto de facilidades que presta al alumno para poder realizar las pruebas que necesite en relación a las MIBs, RFCs, envío de notificaciones, generación de MIBs, notificaciones, RFCs, vistas y un largo etcétera.

3.4. Gestor de Red

Habiendo asimilado los conceptos del modelo de gestión SNMP y habiendo probado también herramientas de gestión básica y de simulación de agentes SNMP, el alumno podrá trabajar con una herramienta de gestión más compleja que pueda permitirle gestionar una red real, UBUGestRedSNMP [5].

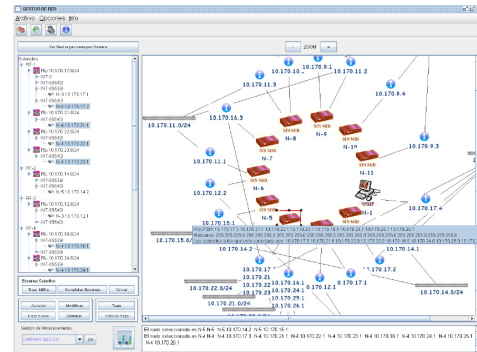


Figura 8. Interfaz de la aplicación de gestión de red UBUGestRedSNMP tras una búsqueda sobre una red real en el laboratorio

Esta herramienta de gestión permitirá al alumno parametrizar distintas propiedades como los nombres de comunidad, puertos SNMP, tiempos de espera para diferentes acciones, RFCs a cargar, gestor de base de datos para el almacenamiento de los datos, etc (Figura 9).

 Si

Figura 9. Interfaz de parametrización

El entorno real de pruebas utilizado se muestra en la Figura 10 sobre el que se podrían realizar distintos tipos de búsqueda, acceder a la MIB de cualquiera de los dispositivos localizados (Figura 11), verificar su estado mediante la recepción de notificaciones o a través de un sondeo periódico (Figura 12),

realizar búsquedas de máquinas que tengan configurado el modelo SNMP a lo largo de una red real, creación, eliminación y modificación de máquinas, elección del tipo de representación, elección de los datos que aparecerán en diferentes momentos de la ejecución, tratamiento de las RFCs cargadas y de sus objetos, almacenamiento y recuperación de sesiones y de fichero de propiedades, etc.

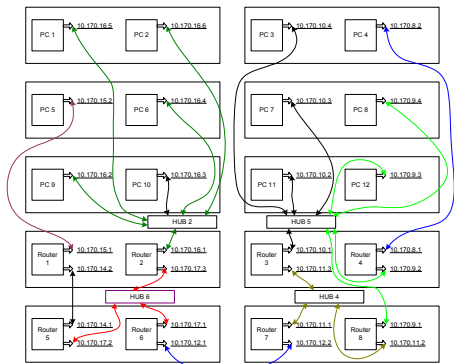


Figura 10. Arquitectura del entorno real de pruebas (Laboratoio)

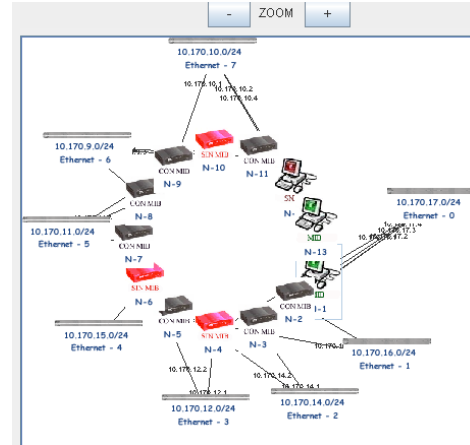


Figura 12. Verificación periódica del estado de los dispositivos a través de sondeo

En esta línea de herramientas hay otra herramienta similar con especiales capacidades y también una larga trayectoria como es SNMPc7.1 Network Manager [11]. En este caso el coste es elevado y por el contrario tampoco presta al alumno las facilidades necesarias en cuanto al aprendizaje que en el caso de UBUGestRedSNMP resultan ser similares a UBUSimAgSNMP pero orientadas, no al agente, sino al gestor.

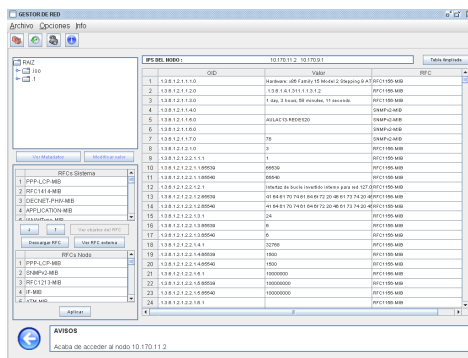


Figura 11. Acceso a la MIB de cualquier dispositivo que implemente SNMP

4. Conclusiones y líneas de trabajo futuro

Las herramientas desarrolladas han cumplido la finalidad para la que fueron creadas: ser en su conjunto la totalidad de las herramientas sobre las que basar las prácticas de laboratorio de las asignaturas relacionadas con las redes de ordenadores y servir como herramientas de autoevaluación y autoaprendizaje tanto dentro de la Universidad como en cualquier otro escenario relacionado con esta materia.

Estas herramientas permiten que el alumno sea consciente tanto del grado de asimilación de los conocimientos necesarios como del desarrollo de sus capacidades mediante la reiterada generación automática de informes de estado, estadísticas, extracción de datos, etc.

El potencial demostrado a lo largo de los años de desarrollo mediante una continua evolución y evaluación de las herramientas se ha

plasmado en un alto grado de independencia en el trabajo de los alumnos y por tanto en ese alto grado de autoaprendizaje, lo que anima a continuar con la futura mejora de las mismas.

Sin embargo, este proceso de evolución de las herramientas, lento y con frecuentes tropiezos, tiene un futuro tan prometedor como complejo. Su finalidad sigue siendo vigente sea cual sea el momento tecnológico en que nos encontremos pero exige a su vez una constante actualización de todas las herramientas en cuanto a la casi totalidad de los componentes fundamentales que las integran. En la actualidad esta evolución se articula a través de la realización de Proyectos Fin de Carrera lo que permite hacer uso de los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas de las titulaciones implicadas.

Como consecuencia, estas herramientas servirán para la inminente adaptación de la planificación docente en las asignaturas correspondientes a la materia *Sistemas Operativos, Sistemas Distribuidos y Redes*, para las nuevas titulaciones de Grado y dentro del nuevo *Espacio Europeo de Educación Superior*.

Referencias

- [1] Herramienta Sniffer UBUSniffer.
<http://pisuerga.inf.ubu.es/jmsd/Proyectos/SnifIDS-1/SnifIDS-1.zip>
- [2] Herramienta Simulador de Red UBUNetSim.
<http://pisuerga.inf.ubu.es/jmsd/Proyectos2/SimulRed-3/SimulRed-3.zip>
- [3] Herramienta Simulador SNMP UBUSimAgSNMP.
<http://pisuerga.inf.ubu.es/jmsd/Proyectos2/SimSNMP-3/SimSNMP-3.zip>
- [4] Gestor de Red Básico GestorSNMP.
<http://pisuerga.inf.ubu.es/jmsd/Proyectos/SNMPv3-1/SNMPv3-1.zip>
- [5] Gestor de Red Complejo UBUGestRedSNMP.
<http://pisuerga.inf.ubu.es/jmsd/Proyectos/GestredIII-3/GestredIII-3.zip>
- [6] Wireshark versión 1.0.6 – WinPcap 4.0.2.
<http://www.wireshark.org/>
- [7] Tcpdump version 4.0.0 – libpcap 1.0.0.
<http://www.tcpdump.org/>
- [8] KivaNS versión 1.1.
<http://disclab.ua.es/kiva/>
- [9] Boson NetSim version 7.0.
<http://www.boson.com/>
- [10] AdventNet Simulation Toolkit 7.
<http://www.adventnet.com/products/simulator/>
- [11] SNMPc version 7.1.
<http://www.castlerock.com/>