

# Aplicación de Netkit en el aprendizaje de conceptos de Redes de Computadoras

Leonardo de- Matteis      Javier Echaiz      Jorge R. Ardenghi

Laboratorio de Investigación en Sistemas Distribuidos  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Universidad Nacional del Sur  
Bahía Blanca - Buenos Aires - Argentina  
e-mail: {ldm, je, jra}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

En la actualidad, es importante que en las universidades o instituciones de enseñanza se realicen experimentos prácticos para el aprendizaje de los conceptos asociados a la utilización de redes de computadoras. Sin embargo, disponer de laboratorios específicos para tales tareas es costoso.

En este sentido, resulta claro que para crear diferentes ambientes y desarrollar prácticas asociadas a los diversos conceptos que se presentan durante las clases, es necesario contar con un amplio espectro de equipos de diversos valores (*switches, routers, workstations*, etc.). Por otra parte, la preparación de las prácticas conlleva tiempos importantes de implementación de los ambientes. Además, los costos asociados al equipamiento citado son altos, y casi nunca se cuenta con todo lo necesario para trabajar sobre todos los escenarios que se desean plantear.

En la cátedra de *Redes de Computadoras* del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur, se pretende evaluar y medir los resultados académicos al utilizar el ambiente de trabajo denominado Netkit, basado en el empleo de UML (*User Mode Linux*), para trabajar con los alumnos en los laboratorios con que cuenta la institución.

**Palabras clave:** UML, Redes de computadoras, emulación, educación, simulación.

## Contexto

El presente trabajo se realiza en el ámbito del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Sistemas Distribuidos que funciona en el Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur. Se inscribe en el marco del Proyecto de Investigación “Computación distribuida de alto rendimiento y disponibilidad”, dirigido por el Mg. Jorge Ardenghi y financiado por la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la UNS (24/N024).

mento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur. Se inscribe en el marco del Proyecto de Investigación “Computación distribuida de alto rendimiento y disponibilidad”, dirigido por el Mg. Jorge Ardenghi y financiado por la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la UNS (24/N024).

## Introducción

La experimentación práctica de los conceptos asociados con el empleo de redes de computadoras constituye un aspecto central de la educación universitaria en carreras informáticas, como así también en otras instituciones de enseñanza. Sin embargo, el costo implicado en el montaje de un laboratorio específico con estos fines pedagógicos suele exceder los presupuestos prácticos de dichas instituciones. La necesidad de contar con un amplio espectro de equipos (*switches, routers, workstations*, etc.), cada uno con un costo diferente y elevado, dificulta y limita la posibilidad de crear diferentes ambientes y escenarios y de desarrollar las prácticas asociadas a los diversos conceptos que se presentan durante las clases. Asimismo, la preparación de las prácticas conlleva tiempos importantes de implementación de los ambientes y la suma de todos estos factores determina que casi nunca se cuenta con todo lo necesario para trabajar sobre todos los escenarios que se desean y necesitan plantear y resolver con el fin de que los estudiantes adquieran las competencias necesarias

Teniendo estas consideraciones en cuenta, en la cátedra de Redes de Computadoras del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur se intenta dar

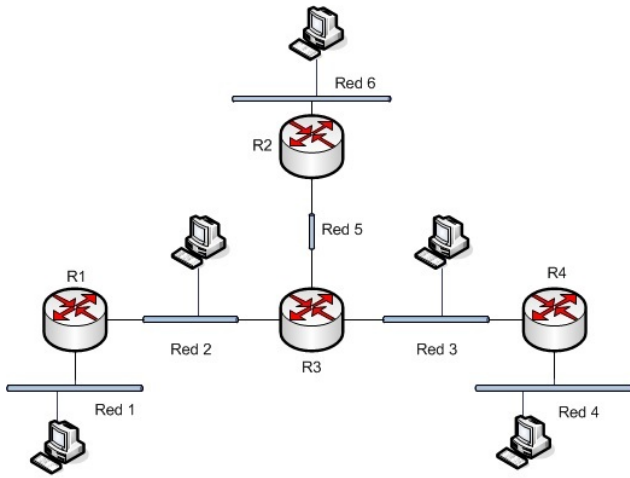


Figura 1: Topología de un laboratorio de práctica.

una solución a la dificultad pedagógica que entraña la simulación de diversos escenarios. Para ello, en este trabajo se dará cuenta de un intento de evaluar y medir los resultados académicos al utilizar el ambiente de trabajo denominado Netkit, basado en el empleo de UML (*User Mode Linux*), para trabajar con los alumnos en los laboratorios con que cuenta la institución.

## Netkit y UML: una breve descripción

*The poor man's system to experiment computer networking.*

Cuando el costo de los equipos necesarios para implementar un laboratorio que permita las ejercitaciones ya mencionadas es elevado, Netkit se presenta como una herramienta alternativa para instituciones que cuentan con poco equipamiento y bajos presupuestos. Para citar un ejemplo, hoy en día el costo asociado a una computadora de escritorio (*workstation*) estándar es \$2200 promedio.<sup>1</sup> Si observamos el gráfico 1, tenemos 9 equipos, lo que da un costo total de \$19800 para un laboratorio donde los *routers* también se configuraban sobre equipos con sistema operativo GNU/Linux.

Pero además de las ventajas económicas que ofrece, esta aplicación nos permite establecer un ambiente de simulación adecuado para tratar un tema de estudio específico rápidamente.

Con Netkit podemos simplificar el proceso de crear e interconectar dispositivos de redes virtuales (computadoras, *switches*, *routers*, etc.) [5] y

<sup>1</sup>A la fecha de presentación de este trabajo.

así construir una red en una misma computadora. Esto se logra escribiendo simples archivos de texto con la configuración deseada de dicha red a nivel de interconexión para representar la topología deseada (gráfico 1). La topología será emulada a partir de los parámetros establecidos en dichos archivos, los cuales para ciertos servicios que correrán en las máquinas virtuales son idénticos a los utilizados en redes reales.

Los desarrolladores de Netkit [8] utilizan programas código abierto (bajo licencia GPL), entre ellos podemos citar UML, el cual es una variante del *kernel* Linux.

En este sentido, los diseñadores de User-Mode Linux señalan en su página oficial [7] que se trata de una alternativa segura para correr tanto distintas distribuciones del sistema operativo GNU/Linux como también diferentes aplicaciones en cada uno de ellos. Es un *software* que permite, entonces, ejecutar un sistema operativo GNU/Linux dentro de otro. En definitiva, este programa proporciona una máquina virtual que puede hacer uso de más recursos de *hardware* y *software* virtuales que aquellos con los que cuenta la computadora física en la que se está trabajando. La máquina virtual está contenida por completo dentro de un único archivo de la máquina física. Por otra parte, a la máquina virtual puede asignársele únicamente el acceso al *hardware* que se desea tener y, estableciendo apropiadamente un acceso limitado, las actividades que se hagan en la máquina virtual no pueden afectar en nada al sistema operativo que la contiene.

Además, este *software* permite que estos sistemas GNU/Linux virtuales —a los que se denomina como huéspedes (*guests*)— corran como una aplicación dentro de un sistema de Linux que lo contiene (*host*). Dado que cada *guest* es una aplicación normal corriendo como un proceso en un espacio del usuario, esta aproximación le proporciona una posibilidad para ejecutar varias máquinas virtuales con *kernel* Linux en un único *hardware*. Esta posibilidad, según los diseñadores, ofrece una gran seguridad frente a ataques y estabilidad porque no se afecta la configuración del ambiente *host*.

Por último, el *software* seleccionado resulta simple para utilizar por parte del docente ya que, como muestra la figura 2, se cuenta con un editor visual que permite crear las redes virtuales que se emplearán en los laboratorios. Se pueden definir diferentes dominios de colisión y unir a estos

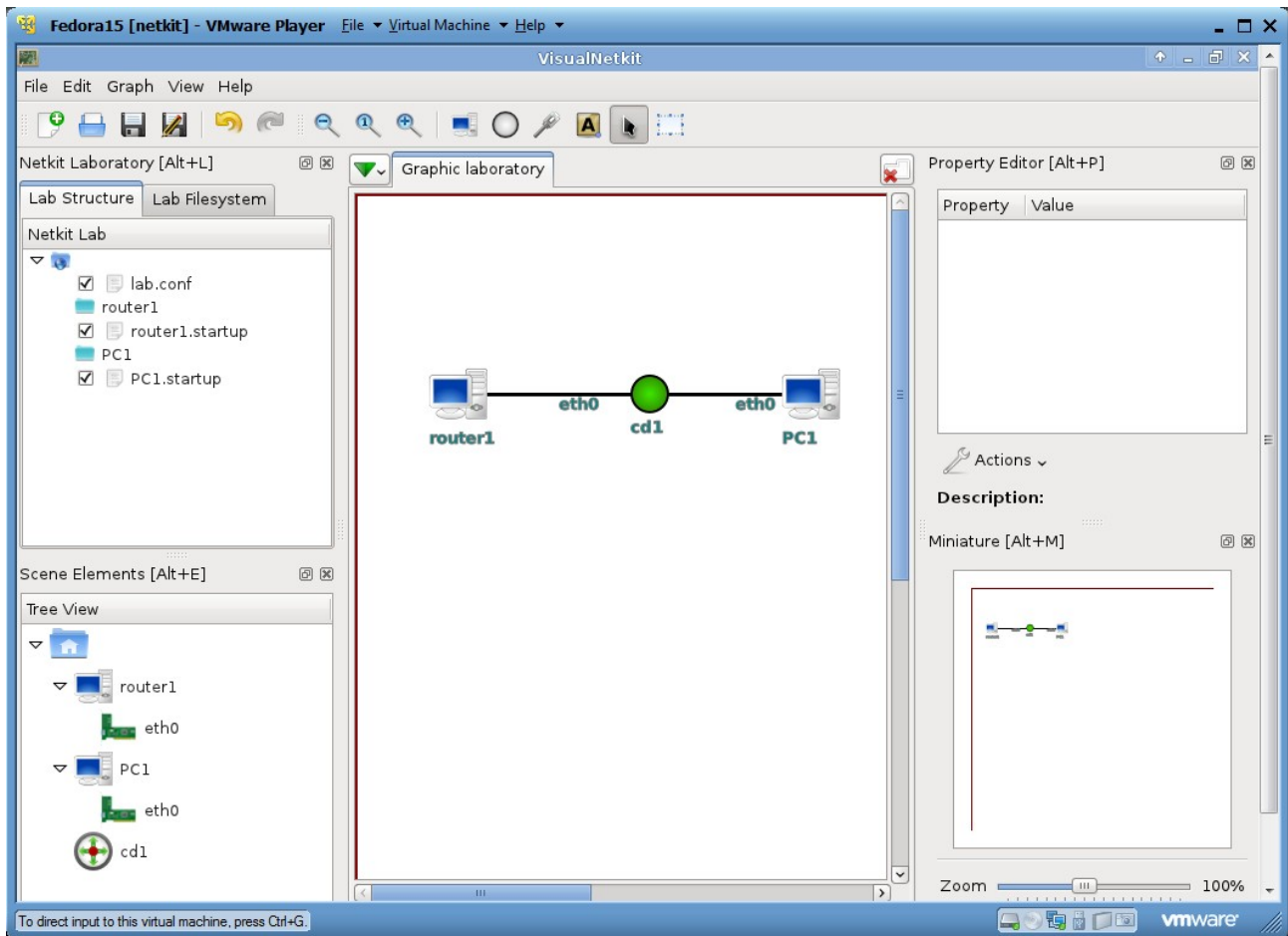


Figura 2: Editor visual para el empleo de Netkit.

equipos basados en GNU/Linux (distribución Debian), los cuales adoptan según se establezca en su configuración los roles de:

- *router*;
- *switch*;
- *workstation*;
- *bridge*.

## Objetivos

Se instalará y configurará el ambiente de trabajo Netkit en los equipos disponibles en los laboratorios de informática del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación. Con ello se pretende, durante el transcurso del presente año, llevar a cabo todas las prácticas definidas en la materia utilizando el mismo, para permitir a los alumnos capacitarse en nuevos ambientes simulados, mucho más detallados y abarcando la casi totalidad de los

temas que son presentados durante las clases de la materia. Así, los temas que podrán ilustrarse en dichas prácticas se pueden resumir en:

- Configuración de equipos en redes IP
- Enrutamiento estático y protocolo ARP
- Subredes y políticas de enrutamiento
- Configuración de servicios: DNS y DHCP
- Configuración de VLANs
- Utilización de *Routing Information Protocol* (RIP)
- Implementación de *firewalls*

Un punto importante a tener en cuenta, es que se podrán utilizar estos laboratorios en la cátedra de Seguridad en Sistemas para la experimentación de los conceptos relacionados con seguridad informática en redes de computadoras, entre ellos:

implementación avanzada de *firewalls*, configuración de *honeypots*, análisis de tráfico (*sniffing*), implementaciones de PKI (*Public Key Infrastructure*), configuraciones de sistemas de detección de intrusos en diferentes variantes (HIPS, NIDS), etc.

Al final el dictado de la cátedra se evaluarán los resultados obtenidos por los alumnos con exámenes prácticos complementarios a la típica evaluación teórica. De esta manera, podremos obtener una mejor valoración de las competencias prácticas reales adquiridas por los estudiantes.

## Formación de recursos humanos

En relación con la formación de los recursos humanos, la propuesta presentada constituye un aporte significativo en la capacitación práctica de los estudiantes de las carreras dictadas en el Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación. Este aporte no sólo propende a una mayor experiencia y autonomía de los estudiantes en el trabajo en áreas de infraestructura informática y redes de computadoras, sino que desde la perspectiva de las posibilidades que ofrece la cátedra a los estudiantes, puede representar además una base para el desarrollo futuro de proyectos integradores de final de carrera con una alta significación experimental. Como observación final, lograr una mejor formación profesional previa para el futuro egresado en el área de infraestructura de redes, siendo ésta una de las áreas donde más falencias de recursos humanos hay hoy en día tanto en el ámbito privado como estatal, con pocos egresados especializados y bien formados, redundaría en un beneficio para la actividad industrial y tecnológica de la sociedad.

## Referencias

- [1] Geoff Coulson, Gordon Blair, David Hutchinson, Ackbar Joolia, Kevin Lee, Jo Ueyama, Antonio Gomes, and Yimin Ye. Netkit: A software component-based approach to programmable networking, 2003.
- [2] Dalibor Dobrilović and Borislav Odadžić. Virtualization technology as a tool for teaching computer networks, 2006.
- [3] Walter M. Fuertes and Jorge E. López de Vergara. A quantitative comparison of virtual network environments based on performance measurements, 2007.
- [4] Debian GNU/Linux. Debian. <http://www.debian.org>.
- [5] Hung X. Nguyen, Matthew Roughan, Simon Knight, Nick Falkner, Olaf Maennel, and Randy Bush. How to build complex, large-scale emulated networks. In Thomas Magedanz, Anastasius Gavras, Huu-Thanh Nguyen, and Jeffrey S. Chase, editors, *Testbeds and Research Infrastructures. Development of Networks and Communities - 6th International ICST Conference, TridentCom 2010, Berlin, Germany, May 18-20, 2010, Revised Selected Papers*, volume 46 of *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, pages 3–18. Springer, 2010.
- [6] Maurizio Pizzonia and Massimo Rimondini. Netkit: easy emulation of complex networks on inexpensive hardware. In *Proceedings of the 4th International Conference on Testbeds and research infrastructures for the development of networks & communities*, TridentCom '08, pages 7:1–7:10, ICST, Brussels, Belgium, Belgium, 2008. ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering).
- [7] Sourceforge. User-mode linux kernel. <http://user-mode-linux.sourceforge.net>.
- [8] Computer Networks Research Group University of Roma Tre. Netkit. <http://wiki.netkit.org>.