

**APROPIACIÓN TECNOLÓGICA DE LOS DISPOSITIVOS DISPONIBLES EN EL  
LABORATORIO DE REDES DE DATOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍAS  
ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.**

**MARTHA LILIANA SEPÚLVEDA GÓMEZ  
JOHANNA MILENA FORERO GAMBOA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA  
2007**

**APROPIACIÓN TECNOLÓGICA DE LOS DISPOSITIVOS DISPONIBLES EN EL  
LABORATORIO DE REDES DE DATOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍAS  
ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.**

**MARTHA LILIANA SEPÚLVEDA GÓMEZ  
JOHANNA MILENA FORERO GAMBOA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Electrónico**

**Director  
Ph.D. OSCAR GUALDRÓN GONZÁLEZ**

**Codirector  
ESP. ANDRÉS AUGUSTO JÁCOME LOBO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA  
2007**

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas las personas que apoyaron y participaron en la realización de este proyecto de grado, especialmente a nuestro director por su respaldo incondicional y por los valiosos aportes académicos y de formación personal compartidos durante la realización de este trabajo. Agradecemos también a nuestro codirector, por guiarnos paciente y acertadamente en la culminación de este logro, por su constante apoyo, y compromiso. A los miembros del Grupo de Investigación Conectividad y Procesado de Señal (CPS), por acogernos en el grupo y por la solidaridad constante que nos brindaron. A los estudiantes y compañeros de Redes de Computadores II, por realizar aportes y sugerencias que nos permitieron mejorar el manual desarrollado; y a nuestros familiares y amigos, por su presencia, respaldo y optimismo, que nos impulsaron a perseverar en la realización de nuestro trabajo de grado.

*Dedico este logro a Dios, por sus infinitas bendiciones y por iluminar siempre mi vida con su presencia. A mi familia, quienes son mi más grande fuente de inspiración, todo mi trabajo y mi esfuerzo se los dedico a ustedes. A mis padres Lorenzo y Yolanda, por su constante apoyo y afecto; a mis hermanos, especialmente Martín y Lorenzo, por su respaldo incondicional; a mis hermanitas Adriana y Olga, por ser mi refugio de confianza y por estar siempre a mi lado. A mis sobrinitos, cuñadas, y demás familiares, porque sé que cuento con ustedes. A mis amigos de la universidad, por compartir conmigo momentos tristes y gratos que me ayudaron a formarme como persona y profesional; a mi compañera de proyecto-Johanna, por que la realización de este trabajo me permitió conocerla, compartir su amistad y perseverar juntas para alcanzar la meta propuesta; a mis amigas del colegio Yadira, Stella, Cayita, y Angélica, por brindarme su valiosa amistad en los momentos en que más la he necesitado; y, a Oscar, por hacer parte de mi vida durante todo este tiempo, por todas las vivencias compartidas, y por ayudarme a creer en mí misma.*

*A todos ustedes siempre los recuerdo y los tengo en mi corazón...*

**Martha Liliana Sepúlveda Gómez**

*Dedico este logro a toda mi familia, gracias por su apoyo continuo e incondicional, por depositar su confianza en mí y por brindarme su ayuda en el momento que más los necesitaba. A mi madre Pastora y mi hermano Ulianof, gracias por su amor y por la fuerza que me impulsa a la realización de mis sueños y a ser mejor persona cada día. Ofrezco este logro a mi padre Antonio, que a pesar de su ausencia, siempre va a tener un espacio en mi corazón y una hija de la cual se sentiría muy orgulloso.*

*Agradezco los consejos, afecto y ayuda de mis amigos y amigas; a mi compañera de proyecto Martha; compañera no solo de trabajo, sino de amistad que se mantuvo firme en el cumplimiento de nuestra meta.*

*Desde el fondo de mi corazón les deseo lo mejor de lo mejor de este bello mundo!*

***Johanna Milena Forero Gamboa***

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO</b> .....	4
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
<b>2. GENERALIDADES</b> .....	5
2.1 CONCEPTUALIZACIÓN.....	5
2.1.1 MODELO OSI.....	5
2.1.2 PROTOCOLOS EN INTERNET.....	7
2.1.3 LOS SERVICIOS EN INTERNET.....	7
2.1.3.1 Esquema cliente-servidor.....	8
2.1.4 DISPOSITIVOS DE REDES.....	9
2.2 ANTECEDENTES.....	12
<b>3. EVALUACIÓN TECNOLÓGICA</b> .....	14
3.1 ÁMBITO CENTRAL DEL LABORATORIO.....	15
3.2 OBJETIVOS DEL LABORATORIO DE REDES DE DATOS / APROVECHAMIENTO DE LOS DIPOSITIVOS.....	17
3.3 RESEÑA DE USUARIOS DEL LABORATORIO / EVALUACION TECNOLÒGICA.....	18
<b>4. PRACTICAS DE PROTOCOLOS AVANZADOS</b> .....	24
4.1 CONFIGURACIÓN DE SERVIDORES.....	26
4.1.1 Servidor Web.....	26
4.1.2 Servidor de correo.....	27
4.1.3 Servidor DNS.....	27
4.1.4 Servidor DHCP.....	28
4.2 CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS.....	28
4.2.1 Conmutación.....	28
4.2.2 Mirroring y LAGs.....	29

4.2.3	Spanning Tree.....	29
4.2.4	LAN Virtual.....	30
4.2.5	WLAN.....	30
4.2.6	Enrutamiento.....	31
4.2.7	NATs.....	31
4.2.8	Listas de acceso.....	32
4.3	GESTIÓN DE REDES DE COMPUTADORES.....	32
4.3.1	Software de gestión y protocolo SNMP.....	32
4.3.2	Configuración de eventos y alarmas en dispositivos administrables.....	33
5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	34
6.	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	37
	<b>ANEXOS</b> .....	39

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Capas del modelo OSI y arquitectura TCP/IP.....	6
<b>Figura 2.</b> Esquema cliente/servidor.....	8
<b>Figura 3.</b> Laboratorio de Redes de Datos de la E3T.....	15
<b>Figura 4.</b> Conexión de dispositivos.....	16
<b>Figura 5.</b> Racks de Comunicaciones del Laboratorio de Redes de Datos de la E3T.....	16

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Análisis del estado de los dispositivos disponibles en el laboratorio de redes de datos.....	21

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo A.</b> INVENTARIO DE EQUIPOS DEL LABORATORIO DE REDES DE DATOS.....	39
<b>Anexo B.</b> TECNOLOGÍAS QUE SOPORTAN LOS PRINCIPALES DISPOSITIVOS DEL LABORATORIO DE REDES DE DATOS.....	44
<b>Anexo C.</b> FORMATO DE EVALUACION DE LAS PRÁCTICAS.....	49
<b>Anexo D</b> MANUAL DE PRÁCTICAS DE PROTOCOLOS AVANZADOS (Archivo adjunto)	

**TITULO: APROPIACIÓN TECNOLÓGICA DE LOS DISPOSITIVOS DISPONIBLES EN EL LABORATORIO DE REDES DE DATOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES (E3T)\***

**AUTORES: FORERO GAMBOA, Johanna Milena \*\*  
SEPÚLVEDA GÓMEZ, Martha Liliana\*\***

**PALABRAS CLAVES: Redes de Datos, Protocolos Avanzados, Prácticas de Laboratorio**

**DESCRIPCIÓN**

La E3T cuenta actualmente con el Laboratorio de Redes de Datos, instalación que se encuentra dotada de diversos dispositivos de red que ofrecen un conjunto de herramientas a los usuarios para complementar y afianzar de manera práctica sus conocimientos en esta área. El objetivo principal de este proyecto es Incrementar el aprovechamiento actual de los recursos que ofrece este laboratorio, mediante guías de trabajo que otorgan una orientación técnica y cognitiva enfocada al manejo de los dispositivos y a la implementación de diversos temas del área de redes de computadores. La selección de estos temas se realizó considerando dos factores principales: complementar el programa académico de Redes de Computadores ofrecido por la E3T, mediante la implementación práctica de las temáticas abordadas en tal programa; y caracterizar la importancia conceptual y práctica obtenida del estudio y profundización de los temas escogidos.

En definitiva, se realizó el diseño e implementación de 14 importantes temáticas del área de datos, guías de trabajo que se compilaron en un folleto denominado *Manual de Prácticas de Protocolos Avanzados*, el cual clasifica los temas seleccionados en tres grandes grupos, Configuración de Servidores, Configuración de Dispositivos y Gestión de Red, de acuerdo al enfoque que plantea cada una de las prácticas y al avance progresivo de los temas. Este material estará al alcance de los estudiantes de la E3T a través del portal Web del Grupo de Investigación Conectividad y Procesado de Señal (CPS). La etapa final del proyecto incluye una evaluación tecnológica cualitativa del laboratorio, proceso que condujo a realizar propuestas de mejora en términos de cantidad y estado de los equipos, e incluye recomendaciones de adquisición o reposición tecnológica, con el fin de garantizar un óptimo servicio a los usuarios del Laboratorio de Redes de Datos.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Universidad Industrial de Santander (UIS); Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones (E3T); Programa de Ingeniería Electrónica; Ph.D Óscar Gualdrón González, Director de Proyecto; Especialista Andrés Augusto Jácome Lobo, Codirector de Proyecto.

**TITLE: TECHNOLOGICAL APPROPRIATION OF AVAILABLE DEVICES IN THE COMPUTERS NETWORK LABORATORY OF ENGINEERINGS SCHOOL OF ELECTRIC, ELECTRONIC AND TELECOMUNICATIONS (E3T)\*.**

**AUTHORS: FORERO GAMBOA, Johanna Milena\*\*  
SEPÚLVEDA GÓMEZ, Martha Liliana\*\***

**KEY WORDS: Network, Advanced Protocols, Practical of laboratories.**

### **DESCRIPTION**

The E3T at the moment has a networking laboratory, installation that is equipped with diverse networking devices which offer to the users a set of tools to complement and strengthen in a practical way their knowledge in this area. The principal aim of this project is to increase the use of the resources in this laboratory, by means of working guides which grant a technical and cognitive focused direction to the devices handling, and the implementation of diverse topics of the computers network area. The selection of these topics was made considering two main factors: to complement the academic program of Computer Networks offered by the E3T, by the practical implementation of the tackled thematic in this program; and to characterize the conceptual and practical importance obtained of the study in deep of these topics.

The work done compiles the design and implementation of 14 important topics of the data area, working guides that were compiled in a leaflet named *Manual de Prácticas de Protocolos Avanzados*, which classifies the selected topics in three great groups, Servers Configuration, Devices Configuration and Network Management, according to the focus presented by each of the practices and the progressive advance of the topics. This material will be available for the E3T students by the connectivity and Signal Processing Investigation Groups (CPS, Spanish abbreviation). The final stage includes a technological qualitative evaluation of the laboratory, process that conducted to make improvement proposals in terms of quantity and equipment conditions.

---

\* Grade thesis

\*\* Universidad Industrial de Santander (UIS); Physical-Mechanical engineering faculty; School of Electric, Electronic and Telecommunications Engineering (E3T); Electronic engineering program; Ph.D Oscar Gualdrón Gonzales, project director; Especialist Andres Augusto Jácome Lobo, project co director.

## INTRODUCCIÓN

Los tres últimos siglos se han caracterizado por el surgimiento de una tecnología en particular. El siglo XVIII en plena Revolución Industrial, fue la época de los grandes sistemas mecánicos. El siglo XIX fue la era de las máquinas de vapor. Ya en el siglo XX y hasta nuestros días, la tecnología clave ha sido la obtención, procesamiento y distribución de la información, constituyendo uno de los recursos más importantes de una organización.

Desde que el ser humano tiene capacidad para comunicarse ha desarrollado mecanismos y sistemas que le permiten establecer esta comunicación a distancias superiores de las alcanzadas por sus propios medios. Un ejemplo tan sencillo como el teléfono, que se desarrolló exclusivamente para transmitir voz, hoy se utiliza, en muchos casos, para conectar estaciones entre sí. Desde entonces han aparecido las redes locales, las conexiones de datos a larga distancia con enlaces transoceánicos o satélites, la telefonía móvil, etc.

Al incrementar nuestra habilidad para obtener, procesar y distribuir información, también crece la demanda de técnicas de procesamiento más avanzadas que permitan garantizar que las redes de datos puedan actuar de manera rápida y segura; dependiendo en gran parte de su estructura y organización, la adecuada distribución del ancho de banda disponible y el correcto manejo y aprovechamiento de cada uno de los equipos que conforman dichas redes.

El desarrollo de este proyecto de grado adquiere importancia desde el punto de vista de las aplicaciones y herramientas que brinda a los estudiantes de Ingeniería Electrónica, y en general a los miembros de la comunidad de la Universidad Industrial de Santander, UIS, para incursionar de manera práctica en el área de redes de computadores como complemento a su plan de estudios.

El programa académico de Ingeniería Electrónica y el postgrado de Especialización en Telecomunicaciones de la UIS, cuentan actualmente con el Laboratorio de Redes de Datos. Esta instalación se encuentra dotada de diversos dispositivos de red que pretenden otorgar un conjunto de herramientas al estudiante para complementar y afianzar sus conocimientos en esta área. De igual forma, estas nuevas tecnologías le permiten a la Universidad mantenerse a la vanguardia en temas académicos y de investigación, mejorando así la calidad de sus profesionales.

El proyecto se dirige a los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, E3T, y en general, a personas interesadas en adquirir o ampliar sus conocimientos y experiencia práctica en la configuración, administración y mantenimiento de dispositivos especializados como *switches*, *routers* o servidores, utilizados ampliamente en redes de área local (LAN<sup>2</sup>) y de área extensa (WAN<sup>3</sup>); adicionalmente, permitirá establecer un soporte práctico para profesores y directos encargados de los cursos Redes de Computadores I y II, ofrecidos como asignaturas electivas técnicas profesionales en la escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.

Este trabajo describe el entorno general, los elementos empleados y las actividades desarrolladas en la ejecución del proyecto. Inicialmente se presentan las generalidades del mismo, donde se plantea la conceptualización básica y los antecedentes del proyecto.

El segundo capítulo describe los principales recursos del Laboratorio de Redes de Datos (usuarios, actividades desarrolladas y equipos disponibles). Se realiza una evaluación tecnológica que consiste en el análisis de los dispositivos y la formulación de propuestas de reposición de equipos. Tales propuestas se realizan con base en el estado de los mismos y en la capacidad del laboratorio (número de usuarios *versus* equipos disponibles).

---

<sup>2</sup> LAN: *Local Area Network*. En español, Red de Área Local

<sup>3</sup> WAN: *Wide Area Network* En español, Red de Área Extensa

El tercer capítulo cita información importante referente al desarrollo de las prácticas de laboratorio expuestas en el Manual de Prácticas de Protocolos Avanzados, que es un producto de este proyecto, y finalmente, se incluyen las Conclusiones, Recomendaciones y Anexos que complementan el tercer y cuarto capítulo.

## **1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Incrementar el aprovechamiento actual de los recursos que ofrece el laboratorio de redes de datos de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, mediante guías de trabajo que brinden una orientación técnica y cognitiva enfocada al manejo de los dispositivos y a la implementación de diversos temas del área de redes de computadores, con el fin de complementar los diferentes programas de formación ofrecidos.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Seleccionar al menos diez temas de protocolos avanzados en redes de datos que se pueden implementar en los dispositivos existentes en el laboratorio de redes de computadores de la E3T.
- Elaborar guías de trabajo que permitan a los estudiantes afianzar sus conocimientos realizando tareas de gestión y configuración en los equipos disponibles, empleando mecanismos que verifiquen el correcto funcionamiento de las actividades propuestas, de tal forma que se puedan llevar a cabo sin requerir la presencia de un asistente encargado de dirigir las actividades.
- Realizar una evaluación tecnológica del laboratorio de acuerdo a la información recopilada durante el desarrollo del proyecto, con el objetivo de determinar el estado actual del mismo, y de ser necesario, proponer la adquisición de nuevos dispositivos que posibiliten abarcar el estudio de nuevos temas en el área de redes de datos.

## 2. GENERALIDADES

### 2.1. CONCEPTUALIZACIÓN

Las redes son entornos complejos que implican la existencia de múltiples medios, protocolos e interconexiones con redes externas. El diseño, la construcción y el mantenimiento de una red, pueden suponer una tarea complicada a pesar de las mejoras en el rendimiento de los equipos y las posibilidades que presentan los medios hoy en día.

A continuación se proporciona una panorámica general de los conceptos requeridos para la concepción teórica que sustenta el desarrollo de este proyecto, aclarando que para profundizar los conceptos de las temáticas abordadas en el “Manual de Prácticas de Protocolos Avanzados”, cada práctica suministra las herramientas teóricas necesarias para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos planteados en la misma.

#### 2.1.1. MODELO OSI

El modelo básico de referencia OSI<sup>4</sup>, afronta el problema de las comunicaciones de datos y las redes informáticas dividiéndolo en siete capas (como se puede ver en la figura 1), sin ser considerado una arquitectura, ya que no especifica el protocolo a ser usado en cada una de estas. El objetivo de este modelo es contar con un marco de referencia para coordinar el desarrollo de las normas y permitir que las actividades de estandarización existentes y futuras tengan cabida dentro de dicho marco. Lo que se busca es que un proceso de aplicación en cualquier computador, que maneje un conjunto específico de normas, pueda comunicarse con mayor compatibilidad e interoperabilidad entre los distintos tipos de tecnología de red producidos por las empresas a nivel mundial. Cada participante de la comunicación incorpora como mínimo uno de los niveles del marco de referencia, y los equipos

---

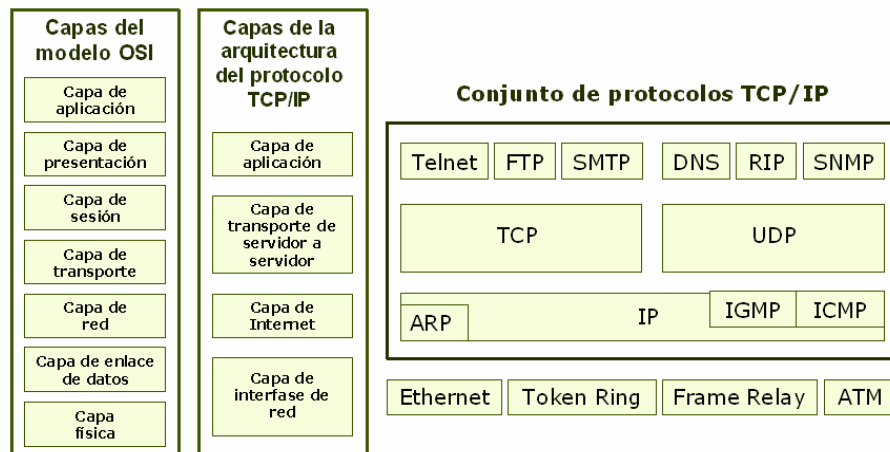
<sup>4</sup> OSI: Open System Interconnection. En español, Interconexión de sistemas abiertos.

terminales los incorporan todos. Las 4 capas superiores del modelo OSI trabajan con problemas particulares a las aplicaciones, y las 3 capas inferiores se encargan de los problemas pertinentes al transporte de los datos.

Una clasificación similar puede observarse en la arquitectura de protocolos TCP/IP, la cual cuenta con 3 capas definidas, y asume una capa inferior adicional. Una capa se comunica solamente con las capas adyacentes en el mismo equipo y con su contraparte del mismo nivel en otras estaciones de la red. Esta división de los protocolos por capas ofrece una mayor abstracción en la comunicación.

Una aplicación por ejemplo, solo necesita saber como comunicarse con la capa inmediatamente inferior, y con otra aplicación en otra estación. No necesita conocer nada de las demás capas inferiores. Así, un navegador web (HTTP<sup>5</sup> capa 7) puede utilizar una conexión *Ethernet* o PPP<sup>6</sup> (capa 2) indistintamente para acceder a Internet, sin que sea necesario cualquier tratamiento extra para poder enviar los datos mediante estos protocolos. De la misma forma, un *Router* sólo necesita la información del nivel de red para enrutar paquetes, sin importar que el tráfico sea una imagen para un navegador web, un archivo transferido vía FTP<sup>7</sup> o un mensaje de correo electrónico.

**Figura 1. Capas del modelo OSI y arquitectura TCP/IP.**  
**Fuente: Las autoras.**



<sup>5</sup> HTTP: Hypertext Transfer Protocol. En español, Protocolo para transferencia de hipertextos.

<sup>6</sup> PPP: Point to Point Protocol. En español, Protocolo punto a punto.

<sup>7</sup> FTP: File Transfer Protocol. En español, protocolo de transferencia de archivos.

### **2.1.2. PROTOCOLOS EN INTERNET**

En informática y telecomunicaciones un protocolo es simplemente un estándar o acuerdo entre partes, regulando de esta manera la conexión, la comunicación y la transferencia de datos entre dos sistemas. En su forma más simple, un protocolo se puede definir como las reglas que gobiernan la semántica (significado de lo que se comunica), la sintaxis (forma en que se expresa) y la sincronización (quién y cuándo transmite) de la comunicación.

El modelo Internet se encuentra basado en la pila de protocolos TCP/IP. IP es un protocolo que proporciona mecanismos de interconexión entre redes de área local y TCP proporciona mecanismos de control de flujo y errores entre los extremos de la comunicación.

El funcionamiento de los protocolos de TCP/IP (figura 1) se encuentra plasmado en una serie de documentos llamados RFC<sup>8</sup>, siendo estas, propuestas sobre el funcionamiento de un protocolo concreto, o de una parte del mismo. El proceso es simple: una vez se publica una propuesta, si no se manifiesta ninguna objeción, se considera aprobada y lista para ser implementada.

### **2.1.3. LOS SERVICIOS EN INTERNET**

Internet se ha convertido en un elemento de comunicación esencial, y como herramienta que facilita las transacciones entre empresas, es el elemento base de los nuevos modelos de negocio. Pero para poder obtener todas las ventajas que Internet ofrece, las soluciones deben definirse e implementarse de forma óptima. Actualmente la arquitectura de los *Sistemas de Información* debe estar orientada a Internet y basar su funcionamiento en el esquema cliente/servidor, y obtener de esta manera, un alto rendimiento y soluciones rentables.

---

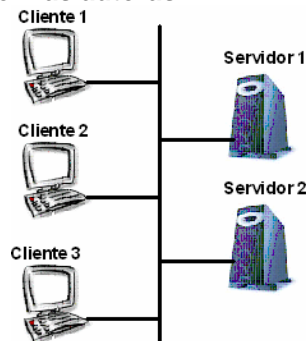
<sup>8</sup> RFC: Request for Comments.

### 2.1.3.1. ESQUEMA CLIENTE/SERVIDOR

El esquema cliente/servidor es un modelo para construir *Sistemas de Información*, que se sustenta en la idea de distribuir el tratamiento de la información y de los datos por todo el sistema informático, permitiendo mejorar el rendimiento del sistema global de información.

En el modelo cliente/servidor los requerimientos de servicio hechos por los usuarios (clientes), resultan en un trabajo realizado por los recursos ubicados en los servidores, dedicados a responder a las peticiones. El cliente y el servidor pueden actuar tanto como una sola entidad, como entidades separadas, realizando actividades o tareas independientes.

**Figura 2. Esquema cliente/servidor.**  
Fuente: Las autoras.



Dentro de la gama de servicios a través de Internet que permiten su acceso basados en el esquema cliente/servidor, encontramos servidores web (ofrecen páginas Web), servidores de correo (ofrecen la posibilidad de administrar operaciones de correo), servidores para la transferencia de archivos (FTP), DNS<sup>9</sup>, DHCP<sup>10</sup>, entre otros.

<sup>9</sup> DNS: Dinamic Name Server. En español, Servidor de nombres de dominio.

<sup>10</sup> DHCP: Dinamic Host Configuration Protocol. En español, Protocolo de configuración dinámica de *host*.

#### 2.1.4. DISPOSITIVOS DE REDES

Originalmente, las redes locales fueron diseñadas para funcionar únicamente con un número relativamente pequeño de estaciones, pero las necesidades de las empresas sobrepasaron rápidamente estas delimitaciones. Para dar servicio a grandes instalaciones, se desarrollaron dispositivos que permitían a los administradores conectar dos o más redes, formando como se conoce normalmente, una interconexión de redes, que es esencialmente una red de redes que posibilita a las estaciones de una red comunicarse con las de otra.

Se pueden conectar las redes individuales entre sí usando diferentes tipos de dispositivos. Algunos de ellos simplemente extienden la red, mientras que otros permiten unirlos entre sí. Entre los dispositivos más importantes tenemos:

- **TARJETA DE RED:** Dispositivo *hardware* que permite a cada estación de trabajo, transmitir y recibir información a través la red. También permite la conexión con otro equipo de red o con el medio físico. La NIC<sup>11</sup> es un tipo de tarjeta de expansión del computador que proporciona un puerto en la parte trasera del equipo al cual se conecta el cable de la red.
- **REPETIDOR:** Dispositivo *hardware* encargado de regenerar y propagar la señal entre dos segmentos de una red<sup>12</sup> homogénea, los cuales se interconectan para ampliar la cobertura de la red de datos. Opera a nivel de capa física en el modelo de referencia OSI, no realiza separación lógica de segmentos de red y no posee búfer, es decir, no permite el almacenamiento de datos. Actualmente es difícil encontrar en el mercado dispositivos de este tipo ya que han sido reemplazados por el también casi extinto *hub*.
- **PUNTE:** Dispositivo de red que opera en la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI. Permite tener dos segmentos de red interconectados a través de sus puertos; se encarga de capturar los *frames* o tramas de un

---

<sup>11</sup> NIC: Network Interface Controller. En español, la misma tarjeta de red.

<sup>12</sup> Zona de la red unida a un mismo bus físico; corresponde a un dominio de colisión.

segmento de red y enviarlos a otro segmento basado en la dirección MAC<sup>13</sup> destino. El puente no modifica el contenido o formato de los *frames* ya que no los encapsula con cabeceras adicionales, posee una memoria temporal de los datos en caso de congestión y posibilita la separación de dominios de colisión.

- HUB: También conocido como Concentrador o Repetidor Multipuerto. Es un dispositivo que permite centralizar el cableado de una red; su funcionamiento se basa en enviar por inundación los frames de datos recibidos a través de todos sus puertos, excepto, por el puerto que ha recibido el *frame*. Esto implica que todos los puntos tienen acceso a los datos, lo cual dificulta garantizar la seguridad de los mismos. Maneja un solo dominio de colisión, por lo cual debe transmitir una sola señal a la vez; opera a nivel de capa física del modelo de referencia OSI, y al igual que el repetidor no modifica el contenido ni el formato de los *frames*.
- SWITCH: También es conocido como Puente Multipuerto. Es un dispositivo de conmutación de paquetes que establece conexión entre dos o más segmentos de red y que opera en la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI. Este dispositivo tiene varios puertos de conexión (típicamente de 8, 12, 24 o 48 puertos) dado que una de sus funciones es la concentración de conectividad (permitir que varios dispositivos se conecten a un punto de la red); transfiere datos de una red a otra teniendo en cuenta la dirección MAC destino de los *frames*, realizando una consulta en su tabla dinámica CAM<sup>14</sup>, la cual permite asociar las direcciones MAC de las estaciones a un único puerto del *switch*, garantizando de tal forma que los *frames* sean enviados únicamente a la estación destino y proporcionando un mayor nivel de seguridad respecto al modo de funcionamiento del hub. El *switch* se considera un administrador inteligente del ancho de banda, puesto que conmuta paquetes desde los puertos

---

<sup>13</sup> MAC: Media Access Control. En español, Dirección física de control de acceso al medio correspondiente a cada dispositivo de una red de datos.

<sup>14</sup> CAM: Content addressable memory. En español, Memoria de contenido direccionable, encargada de almacenar las MAC con puertos.

de entrada hacia los puertos de salida, suministrando a cada puerto el ancho de banda total.

Los equipos conocidos como *Switch – Router* ó *Switch de capa 3*, son dispositivos que proveen dos tipos de tecnología: conmutación y enrutamiento. De hecho, los *Switches de capa 3* ejecutan los mismos protocolos y rutinas de enrutamiento de los *routers* tradicionales. La principal diferencia radica en que el *switch router* realiza la ejecución de rutinas de enrutamiento mediante *hardware* en lugar de *software*.

- **ROUTER:** Es un dispositivo de propósito específico que esta conformado principalmente por una unidad de procesamiento central (CPU), un sistema operativo, RAM<sup>15</sup>, ROM<sup>16</sup> y puertos de conexión. Se caracteriza por operar en la capa de red del modelo de referencia OSI. Se encarga de tomar decisiones con base en direcciones lógicas respecto a la mejor ruta para el envío de datos a través de una red interconectada y luego dirige los paquetes hacia el segmento y puerto de salida adecuados. El *router* mantiene una tabla de enrutamiento y asigna los equipos intermedios que son necesarios para hacer llegar los datos al destino final. Sus decisiones se basan en diversos parámetros, y uno de los más importantes es determinar la dirección de la red hacia la que va dirigido el paquete (dirección IP, en el caso del protocolo IP). Otros aspectos considerados en la asignación de la ruta de envío de los datos son la carga de tráfico en las distintas interfaces de red del *router* y la velocidad de cada uno de ellos dependiendo del protocolo que se utilice.
- **ACCESS POINT:** Es un dispositivo de interconexión con una dirección IP asignada que permite la comunicación inalámbrica para formar una red (WLAN<sup>17</sup>), presentando equivalencia con el *switch* o *hub Ethernet*. Un único punto de acceso puede soportar un pequeño grupo de usuarios en modo infraestructura y puede funcionar en un rango de al menos treinta metros, hasta

---

<sup>15</sup> RAM: Random Access Memory. En español, Memoria de acceso aleatorio.

<sup>16</sup> ROM: Read Only Memory. En español, Memoria de solo lectura.

<sup>17</sup> WLAN: Wireless LAN. En español, red LAN inalámbrica.

varios cientos. El usuario final accede a la red WLAN a través de adaptadores que proporcionan una interfaz entre el sistema de operación de red del cliente y las ondas, mediante una antena.

## 2.2. ANTECEDENTES

El núcleo de este proyecto es el estudio y la implementación de algunos Protocolos de Red Avanzados, los cuales incluyen tanto los servicios de correo, web, nombres de dominio y DHCP, así como las tecnologías de conmutación, VLAN<sup>18</sup>, LAG<sup>19</sup>, Mirroring, STP<sup>20</sup>, WLAN, enrutamiento, ACL<sup>21</sup>, NAT<sup>22</sup>, SNMP-MIB<sup>23</sup> y configuración de Traps.

Algunas de las tecnologías que no se incluyen en este proyecto han sido estudiadas en trabajos anteriores<sup>24</sup>, y su objetivo era la implementación de protocolos de red básicos especificados en el plan de estudios de la asignatura Redes de Computadores I de la E3T. El trabajo previo se centró en el estudio de protocolos tales como: IP, ICMP<sup>25</sup>, TCP y UDP<sup>26</sup>, SNMP, Telnet, FTP y Frame Relay, y se basó en el diseño de prácticas de laboratorio que ofrecían al estudiante la oportunidad de corroborar de modo experimental la aplicación de conceptos adquiridos durante las sesiones teóricas del curso.

Para llevar a cabo el estudio e implementación de las temáticas propuestas se revisó la documentación del postgrado Especialización en Telecomunicaciones de la UIS, que se ofrece actualmente en el Laboratorio de Redes de Datos de la E3T, y está dirigido a profesionales de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Electrónica interesados en profundizar sus conocimientos en el área de las Telecomunicaciones

---

<sup>18</sup> VLAN: Virtual LAN. En español, Red LAN virtual

<sup>19</sup> LAG: Link Aggregation Group. En español, Grupo de enlaces agregados

<sup>20</sup> STP: Spanning Tree Protocol. En español, Protocolo de árbol de extensión.

<sup>21</sup> ACL: Access Control List. En español, Listas de control de acceso.

<sup>22</sup> NAT: Network Address Translation. En español, Traducción de direcciones de red.

<sup>23</sup> SNMP-MIB: Simple Network Management Protocol-Management Information Base

<sup>24</sup> *Proyecto de Grado: Diseño de las prácticas del laboratorio de redes de computadores I*. Autores: Rolando Favio Cogollo García – Irvin Vladimir García Moncayo. E3T, UIS. 2004

<sup>25</sup> ICMP: Internet Control Message Protocol. En español, Protocolo de Internet para el control de mensajes.

<sup>26</sup> UDP: User Datagram Protocol. En español, Protocolo de datagramas de usuario.

y las Redes de Datos. El plan de estudios de la especialización contempla cursos acompañados de talleres, laboratorios, prácticas de computador y análisis de experiencias relacionadas con las áreas de profundización, como son: tratamiento de señales en comunicaciones, redes de comunicaciones LAN y WAN, análisis de tráfico en *intranets*, comunicaciones de tercera generación, seguridad en redes, entre otras.

### 3. EVALUACIÓN TECNOLÓGICA

La evaluación tecnológica, en general, ofrece un instrumento para la planeación y estructuración de procesos de mejora e innovación, determinación de capacidades, deficiencias, potencial tecnológico, impacto y madurez de las tecnologías; así como la evaluación dinámica de los procesos dentro de una institución. La evaluación tecnológica hace énfasis en la ubicación de características relevantes de la institución, que pueden constituirse en capacidades para la sostenibilidad de una posición competitiva.

Este capítulo presenta una evaluación tecnológica cualitativa realizada al Laboratorio de Redes de Datos. Este proceso consta de una descripción general de los dispositivos de red disponibles, y un análisis práctico del estado actual de los mismos mediante una revisión general del funcionamiento y antigüedad del equipo (ver anexo A<sup>27</sup>).

Este análisis se complementa con el estudio del aprovechamiento de las tecnologías que soportan los principales dispositivos de red del laboratorio (ver anexo B<sup>28</sup>) y el cálculo de la cantidad de equipos requerida para suplir satisfactoriamente las necesidades de los usuarios.

Todo esto permite identificar falencias importantes en el manejo y/o estado de los dispositivos, y conduce a realizar propuestas de mejora en términos de cantidad y estado de los equipos, que incluye posibles recomendaciones de adquisición o reposición tecnológica, con el fin de garantizar un óptimo servicio a los usuarios del laboratorio.

---

<sup>27</sup> Anexo A. Inventario de equipos del Laboratorio de Redes de Datos

<sup>28</sup> Anexo B. Tecnologías que soportan los principales dispositivos de red del Laboratorio de Redes de Datos

### 3.1. ÁMBITO CENTRAL DEL LABORATORIO

La principal actividad que se desarrolla en el laboratorio de redes de datos (ubicado en la sala 201 del edificio de Laboratorios Pesados) es la enseñanza en el área de telecomunicaciones, tanto en asignaturas de pregrado como para formación de postgrado. Esta sala cuenta con 32 puestos de trabajo y el acceso a 16 ordenadores tipo PC que conforman una red de área local *Ethernet*, y tienen instalados varios sistemas operativos (Linux / Windows XP), servicios generales de red (acceso a Internet), y hardware adicional instalado para utilizar en las diferentes actividades académicas. Además de los PCs, se cuenta con una serie de dispositivos de red, tales como switches, routers, puntos de acceso, adaptadores USB<sup>29</sup>, entre otros, que se especifican más detalladamente en el anexo B, citado previamente.

**Figura 3. Laboratorio de Redes de Datos de la E3T.**  
**Fuente: Las autoras**



<sup>29</sup> USB: Universal Serial Bus. En español, Bus serial universal.

**Figura 4. Conexión de dispositivos.**  
Fuente: Las autoras



**Figura 5. Racks de Comunicaciones del Laboratorio de Redes de Datos de la E3T.**  
Fuente: Las autoras



El anexo A lista los equipos disponibles en el laboratorio de redes de datos, subdivididos en cinco grupos de acuerdo al tipo de dispositivo (*Switches*, *Routers*, Dispositivos Inalámbricos, Dispositivos de Radioenlaces y otros); además, incluye el número de inventario de los equipos, asignado por la UIS, y la fecha de adquisición correspondiente a cada uno.

La fecha de adquisición de los equipos es un factor crítico cuando se habla de dispositivos de tecnología de red, ya que evolucionan rápidamente, y, según la Legislación Tributaria Colombiana, todo tipo de equipos de cómputo y comunicación, poseen un tiempo de vida útil de cinco años. Este intervalo de tiempo es el máximo requerido para realizar un estudio que permita determinar qué tan relegado está el dispositivo frente a nuevas tecnologías y especialmente ante los avances desarrollados a nivel de telecomunicaciones en las diferentes organizaciones locales y regionales.

Teniendo en cuenta que el laboratorio ofrece un enfoque académico para estudiantes de pregrado y postgrado, es crucial garantizar que el laboratorio se mantenga a la vanguardia de la tecnología, con el fin de que los estudiantes realicen trabajos e investigaciones innovadoras y aplicables actualmente en el área de las telecomunicaciones.

### **3.2. OBJETIVOS DEL LABORATORIO DE REDES DE DATOS / APROVECHAMIENTO DE LOS DIPOSITIVOS**

El Laboratorio de Redes de Datos ha sido establecido en el entorno descrito previamente, y pretende cubrir las siguientes áreas:

- Estudio, planificación y diseño de redes de comunicaciones basándose en herramientas de simulación. Se dispone de herramientas de simulación, tales como *Opnet*, *Router Sym*, y, *Packet Tracer*. Cabe mencionar que las herramientas utilizadas en las prácticas de simulación, dado que no exigen la utilización de ningún equipamiento adicional, pueden ser ejecutadas desde cualquiera de las estaciones de trabajo disponibles.
- Configuración de equipos de comunicaciones. Se cuenta con una serie de entornos de red con infraestructura física a implementar y configurar en las diferentes prácticas de laboratorio. Estos entornos están soportados por equipos de comunicaciones de diversos fabricantes: Cisco, Avaya, 3Com, D-Link, Trendnet, entre otros. Asimismo, en el laboratorio se dispone de puestos

equipados con hardware específico que permite la conexión a dichos entornos de red. Los alumnos pueden de esta forma realizar prácticas de configuración vía Web o Telnet desde las estaciones de trabajo, o por consola directa en los equipos de red.

- Gestión y monitorización de red. Se dispone de una herramienta de gestión SNMP comercial (*Solarwinds*), de analizadores de protocolo comerciales y de libre distribución (*Ethereal*, versión de evaluación), y de diversas herramientas de monitorización, como SNMP Trap, distribuida en versión de prueba en la Web.

El anexo B, citado líneas antes, expone las tecnologías que soportan los dispositivos de red del laboratorio, y se especifica mediante un símbolo (**x**), cuales de estas tecnologías se consideran tópicos importantes y no han sido implementados en pregrado, con el fin de proponer su estudio en un curso de Redes de Computadores III, y la fundamentación de las prácticas de laboratorio correspondientes en un nuevo proyecto de grado.

Por otra parte, el nivel tecnológico del laboratorio se incrementa con la realización de este proyecto, en la medida que aumenta el aprovechamiento de diversos dispositivos de red, a través de la fundamentación de los procesos prácticos para implementar un grupo de tecnologías de protocolos avanzados. Los usuarios del laboratorio, y en especial los estudiantes de la asignatura Redes de Computadores II, pueden utilizar el manual de prácticas elaborado, para aplicar la temática de redes de datos en los equipos del laboratorio.

### **3.3. RESEÑA DE USUARIOS DEL LABORATORIO / EVALUACIÓN TECNOLÓGICA**

El laboratorio de redes de datos tiene una capacidad de 32 puestos de trabajo, como se mencionó en la sección previa, y brinda soporte a asignaturas de pregrado, postgrado y cursos de formación (diplomados) desde el año 1999, como se describe a continuación:

- Redes de computadores I. Es una materia electiva profesional incluida en el plan de estudios de Ingeniería Electrónica. Su objetivo es conocer los elementos y principios que intervienen en el proceso de transmisión de datos y estudiar a nivel teórico los componentes de hardware presentes en una red, así como algunos elementos de los protocolos que permiten la comunicación entre ellos.
- Redes de computadores II. Es una asignatura electiva profesional incluida en el plan de estudios de Ingeniería Electrónica. Su objetivo es realizar una revisión minuciosa de los procedimientos involucrados en la configuración de dispositivos LAN/WAN, elementos fundamentales para la puesta en funcionamiento de una red de datos. El curso realiza una profundización en los aspectos conceptuales de algunos protocolos de enrutamiento y direccionamiento de las capas 2 y 3 del modelo de referencia OSI, y se complementa con trabajo práctico de laboratorio de configuración de dispositivos como *Switches* administrables, enrutadores y puntos de acceso.
- Asignaturas de postgrado de los distintos módulos de la Especialización en Telecomunicaciones, como son: Protocolos TCP/IP, Configuración de Dispositivos LAN y WAN, Redes Inalámbricas, Configuración de Servicios de Red, Cableado Estructurado, Radioenlaces, entre otras.
- Cursos de formación en el área de redes de datos, tales como, Diplomado en Redes de Computadores, Curso de Cableado Estructurado, entre otros.
- Tratamiento Digital de Imágenes. Es una asignatura electiva profesional incluida en el plan de estudios de Ingeniería Electrónica. Es un curso teórico – práctico en el cual se imparten los fundamentos, elementos y las técnicas que hacen parte de los procesos involucrados en el tratamiento digital de imágenes. Para el desarrollo práctico del curso se recurre al software de ingeniería Matlab, versión 7.0, el cual se encuentra instalado en los PCs del laboratorio.

La estructura del laboratorio permite la realización de actividades prácticas enfocadas al área de redes de datos, y constituye un complemento necesario a la formación proporcionada en las asignaturas teóricas. Los escenarios de red implantados en el laboratorio ilustran entornos muy similares a los encontrados en las diferentes empresas y organizaciones; esto sumado al acceso que tienen los estudiantes al manejo de los dispositivos, constituyen factores altamente favorables en el proceso de aprendizaje y en el desarrollo de investigaciones de tipo tecnológico.

Este procedimiento es posible, siempre y cuando el laboratorio cuente con elementos que funcionen correctamente, y proporcione un número mínimo de dispositivos que supla de manera parcial la capacidad del laboratorio.

Hemos denominado evaluación tecnológica del laboratorio, a las recomendaciones planteadas para mantener un nivel tecnológico apropiado en el mismo; estas recomendaciones se basan en un análisis general del estado de los dispositivos, y el número de equipos requerido para abastecer de manera adecuada la demanda actual del mismo. La tabla 1 describe el análisis sobre estos aspectos, presentando a manera de sugerencia, los dispositivos que se consideran material académico que no se puede emplear en la práctica, ya sea porque presentan alguna falla técnica, o porque soportan tecnologías relegadas, y actualmente su implementación en las organizaciones locales y regionales es poca o nula. Estos dispositivos constituyen elementos importantes para observar características físicas citadas a nivel teórico, por lo cual no se pretenden dar de baja; en lugar de esto se recomienda estudiar la adquisición de un nuevo equipo, que funcione perfectamente y ofrezca altas prestaciones tecnológicas en el desarrollo práctico.

Adicionalmente, se estudiaron aspectos tales como:

- El promedio de usuarios del laboratorio por clase es 20.
- Al momento de configurar un dispositivo el caso ideal es trabajar en grupos conformados por máximo tres personas.

- Dispositivos requeridos para poner en marcha los esquemas diseñados para las prácticas del manual.

Al confrontar estos factores con el número de dispositivos que cita el anexo B (inventario de equipos del laboratorio), se presentan las sugerencias enfocadas a la adquisición de nuevos equipos que fortalezcan la capacidad del laboratorio, conforme la demanda establecida. Ver tabla 1 (análisis general de los dispositivos).

Dado que algunos equipos presentan condiciones que conducen a prescindir de su uso en casos prácticos, se conformó un grupo de dispositivos denominados *reliquia*, los cuales permiten ilustrar características físicas, y en algunos casos (dependiendo de la falla), realizar montajes pequeños.

**Tabla 1. Análisis del estado de los dispositivos disponibles en el laboratorio de redes de datos.**

DISPOSITIVO	DESCRIPCIÓN
<b>Switch CAJUN P333R Lucent Technologies</b>	El equipo presenta fallas en algunos de sus puertos y no cuenta con el nivel tecnológico requerido, dado que fue adquirido hace 6 años. Se recomienda reemplazar este dispositivo por un nuevo switch que ofrezca mejores prestaciones. Equipo de <i>reliquia</i> .
<b>Switch CAJUN P118SX Lucent Technologies</b>	Es un dispositivo poco utilizado, que fue adquirido en el año 2003. Actualmente no se utiliza en ninguna de las prácticas de laboratorio de pregrado o postgrado ya que presenta fallas en la tarjeta de administración y se considera un equipo de <i>reliquia</i> . Dado que no se ha tenido en cuenta el uso de este dispositivo, no hace falta reemplazarlo.
<b>Switch CAJUN P550R Lucent Technologies</b>	Este equipo que fue adquirido en el año 2003 y se encuentra en buen estado. Actualmente es un dispositivo subutilizado, ya que en ninguna de las prácticas de laboratorio de pregrado o postgrado se hace uso del mismo. Es de importancia teórica para visualizar la carcasa de switches modulares; y se requiere hacer un estudio de configuración de sus diversas tecnologías para aprovechar adecuadamente las prestaciones que ofrece este dispositivo.

<p><b>Switch LG Goldstream</b></p>	<p>Este dispositivo no se utiliza desde hace más de un año, ya que presenta fallas severas en su funcionamiento. No se incluye en ninguna de las prácticas de laboratorio de pregrado o postgrado, y también se encuentra en el grupo de equipos denominado <i>reliquia</i>. Es importante considerar la adquisición de un nuevo switch que reemplace a este dispositivo.</p>
<p><b>Switch Quintum Tenor Asm200</b></p>	<p>El laboratorio cuenta con dos de estos dispositivos, y son los únicos que soportan VoIP. Se recomienda respaldar esta tecnología con más variedad de equipos, considerando como opción adquirir Servidores SIP y Teléfonos IP, ya que éstos ofrecen amplias y recientes prestaciones tecnológicas en el área de VoIP.</p>
<p><b>Teléfonos INTELSA</b></p>	<p>Actualmente se cuenta con dos de estos dispositivos, pero se requieren cuatro para abastecer la capacidad de Switch Quintum existentes, ya que para realizar pruebas en este equipo se necesitan dos teléfonos.</p> <p>Teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda adquirir dos teléfonos adicionales, que cubran el soporte mínimo requerido para las prácticas.</p>
<p><b>Routers</b></p>	<p>El número de routers disponible actualmente en el laboratorio es seis. Sería recomendable adquirir dos dispositivos de nueva tecnología, que actualicen el inventario de routers existente, y aumenten la capacidad disponible, de manera que sea posible crear grupos de tres personas para configurar los equipos e implementar las prácticas propuestas en el manual.</p>
<p><b>Adaptador cliente inalámbrico USB AVAYA</b></p>	<p>Estos dispositivos (2) no soportan modo infraestructura, motivo por el cual prácticamente no se utilizan y se han clasificado en el grupo de equipos <i>reliquia</i>. Sin embargo, no se propone la adquisición de este tipo de equipos, dado que existen suficientes clientes USB inalámbricos en las marcas DLINK, 3COM y Trendnet, que ofrecen mejores prestaciones.</p>
<p><b>Firewall CISCO PIX-501-BUN-K9 10 usuarios</b></p>	<p>Este dispositivo no se ha utilizado aún. Se tiene relegado y hasta el momento no se ha revisado para realizar prácticas o desarrollar proyectos en el mismo. Se propone estudiar su estado y configuración para sacar provecho a este equipo.</p>

<b>Probador de cable SIEMON STM-8</b>	Este equipo permite medir conectividad en cables directos. Se recomienda adquirir un dispositivo que también permita medir conectividad en cables cruzados o que soporte los dos tipos de mediciones.
---	---

Los dispositivos del laboratorio de redes, que no se citan en la tabla anterior, funcionan correctamente, no requieren ningún tipo de modificación, y son suficientes para suplir las necesidades de los usuarios; además, soportan tecnologías recientes y aplicables actualmente.

Por otra parte, es importante mantener la ventaja que tiene el laboratorio al contar con equipos heterogéneos, no solo en el tipo de dispositivos, sino también en el número de fabricantes, permitiendo de tal forma que se estudie la configuración y administración específica de diversas marcas de equipos de red que se pueden encontrar en el mercado o implementadas en las organizaciones. Por tal motivo, es recomendable que al momento de adquirir nuevos equipos se tenga en cuenta este aspecto, para seguir brindando esta ventaja a los usuarios del laboratorio.

#### **4. PRÁCTICAS DE PROTOCOLOS AVANZADOS**

Las prácticas de protocolos avanzados abordan algunos tópicos de tecnologías de Redes de Datos, y otorgan una herramienta tangible para complementar, afianzar e implementar los conocimientos en esta área, a todos los estudiantes, profesionales y comunidad E3T interesados en el mismo.

Para la selección de los temas implementados en las prácticas se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

El desarrollo de las prácticas será llevado a cabo principalmente por los estudiantes de las asignaturas electivas profesionales Redes de Computadores I y II de la E3T, por lo tanto es importante plantear los procedimientos que permitan implementar los temas abordados en dichas asignaturas.

La importancia conceptual y práctica obtenida del estudio de las temáticas propuestas, y la relevancia que adquieren de ser aplicables en el ámbito de las organizaciones.

El planteamiento de conceptos progresivos en las temáticas seleccionadas, facilita el proceso de aprendizaje de cualquier usuario que implemente las prácticas propuestas.

Finalmente, el estudio de las tecnologías soportadas por los diferentes dispositivos del laboratorio, condujo a determinar un gran número de temáticas importantes, y al considerar los factores descritos previamente, y el tiempo determinado para la ejecución de este trabajo de grado, se plantearon 14 temáticas a implementar; proyectando la posibilidad de profundizar el estudio de las tecnologías de red relevantes, que quedaron por fuera las temáticas propuestas, en un nuevo trabajo de grado que implemente prácticas de laboratorio para un futuro curso de Redes de Computadores III.

Con el objetivo de cumplir satisfactoriamente la apropiación de los temas seleccionados, se hace necesaria la elaboración de guías de trabajo práctico, orientadas a la configuración, administración y mantenimiento de dispositivos especializados como *Switches, Routers, Access Points o servidores*<sup>30</sup>, utilizados ampliamente en redes de área local (LAN<sup>31</sup>) y de área extensa (WAN<sup>32</sup>), obteniendo como resultado 14 prácticas de laboratorio que implementan diversas tecnologías de red.

Todas las prácticas diseñadas durante la ejecución del proyecto, se conglomeran en un texto que se ha sido denominado “Manual de Prácticas de Protocolos Avanzados”<sup>33</sup>. Este manual presenta una estructura general clara, concisa e ilustrada, que facilita la comprensión de los procedimientos contemplados en las prácticas y permite que los usuarios del manual cumplan los objetivos planteados en cada actividad.

La estructura de las prácticas de laboratorio incluidas en el manual es la siguiente: *Título* de la temática a implementar, *Objetivos* que se pretenden alcanzar con el desarrollo la actividad propuesta, *Materiales y Conceptos Previos* que incluyen herramientas de software, dispositivos y conceptos básicos requeridos para el desarrollo completo y satisfactorio de la actividad planteada, *Tiempo Estimado* que se invierte en la ejecución de la práctica, *Marco Teórico* que aborda conceptos relacionados con la temática en estudio, y por último, el *Procedimiento* que incluye la actividad mediante la cual se implementan los objetivos planteados. Dicha actividad se presenta de manera secuencial en forma de pasos progresivos que facilitan la ejecución de la práctica.

---

<sup>30</sup> En el tercer capítulo se describen con detalle los dispositivos disponibles en el Laboratorio de Redes de Datos de la E3T.

<sup>31</sup> *Local Area Network* por sus siglas en inglés. Red de Área Local

<sup>32</sup> *Wide Area Network* por sus siglas en inglés. Red de Área Extensa

<sup>33</sup> El “Manual de Prácticas de Protocolos Avanzados” se adjunta en el Anexo D.

Como aspecto adicional, se planteó un formato de evaluación<sup>34</sup> para los estudiantes de la asignatura Redes de Computadores II que realizaron las prácticas durante la ejecución del proyecto en el año 2006. Esta opción permitió detectar errores y atender sugerencias de los estudiantes, otorgando de tal forma robustez a las mismas.

Para la presentación del Manual de Prácticas de Protocolos Avanzados, los temas seleccionados se clasificaron en tres grandes grupos, de acuerdo al enfoque que plantean cada una de las prácticas y al avance progresivo de los temas. Los grupos son: Configuración de Servidores, Configuración de Dispositivos y Gestión de Red.

A continuación se describen los objetivos más importantes de las prácticas propuestas.

## **4.1. CONFIGURACIÓN DE SERVIDORES**

### **4.1.1. Servidor Web**

Un servidor web es el programa encargado de entregar el contenido de una petición de información realizada por el cliente (navegador web); implementando el protocolo HTTP (HyperText Transfer Protocol) diseñado para transferir hipertextos, páginas web o páginas HTML<sup>35</sup> (HyperText Markup Language). Al instalar un programa para que realice esta función, como Apache, se especifica un directorio que contiene todos los archivos o páginas que se van a entregar a los clientes.

Lo que se busca con esta práctica es adquirir destrezas en el uso del sistema operativo *Linux*, identificando la estructura de comandos, archivos y directorios, y de esta manera, realizar la configuración necesaria para el correcto funcionamiento del servicio web Apache. Por otro lado, al ejecutar los arreglos pertinentes se realizan labores de seguridad para ofrecer autenticación de usuarios.

---

<sup>34</sup> El esquema general de las encuestas realizadas se encuentra en el anexo C.

<sup>35</sup> HyperText Markup Language. En español, Lenguaje de marcas de hipertextos.

#### 4.1.2. Servidor de correo

El servidor de correo (Sendmail) es un "agente de transporte de correo" en Internet, cuya tarea consiste en distribuir los mensajes de correo de tal forma que estos lleguen a su destino, otorgando una manera fácil y económica de comunicarse. Por otro lado Webmin es una interfaz que permite facilitar labores de administración y operación del sistema a partir de un navegador web, por medio de herramientas para manejo de cuentas de usuario, configuración de interfaces de red, servicios de Linux (web, correo, autenticación, transferencia de archivos, nombres de dominio, etc), entre otras.

El objetivo de esta práctica es identificar los recursos que provee la herramienta *Webmin* para realizar la administración básica del sistema operativo *Linux* vía web, e implementar de esta manera un servidor de correo electrónico configurando el servicio de *Sendmail*. Adicionalmente, se crean cuentas de correo a los usuarios, se realizan tareas de revisión de las mismas y administración de actividades diarias por medio de la variedad de herramientas que ofrece *Openwebmail*.

#### 4.1.3. Servidor DNS

En lugar de utilizar la dirección IP completa de 32 bits, muchos sistemas adoptan nombres más significativos para sus dispositivos y redes. El Sistema de Nombres de Dominio (DNS), es fundamentalmente, una base de datos distribuida de *hosts* que hacen parte de una red; esto facilita el control local de los segmentos de la misma, y permite que cada segmento esté disponible a través de la red por un esquema cliente-servidor. La necesidad de este servidor radica en la capacidad de resolver nombres de dominio y direcciones IP, y poder ubicar hosts de redes lejanas.

Con el desarrollo de esta práctica, se identifican los recursos que provee la herramienta *Webmin*, al igual que la práctica anterior, para llegar a implementar un servidor de nombres de dominio en el sistema operativo *Linux Fedora Core 4*, configurando el servicio *DNS BIND* mediante la interfaz que provee *Webmin*.

#### 4.1.4. Servidor DHCP

Configurar un *host*, *router*, *servidores* y otros nodos conectados a TCP/IP (la base de Internet) requiere de un mínimo de variables configuradas en cada estación de forma manual o por medio de un archivo de configuración en el proceso de arranque, dependiendo del entorno de red.

Con la implementación de esta práctica se adquiere destrezas en el uso del sistema Linux, realizando identificación de la estructura de comandos, archivos y directorios del mismo, y de esta manera realizar tareas de configuración del servidor *DHCP*, llevando a cabo la asignación de direcciones IP, máscara de subred, gateway y dirección del servidor DNS en una subred. Una vez realizada esta labor, se procede a interpretar y analizar la información contenida en los paquetes que circulan en la red, comprobando de esta manera, el buen funcionamiento del servidor DHCP.

## 4.2. CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS

### 4.2.1. Conmutación

Un *Switch* es un dispositivo electrónico de conmutación de paquetes que actúa como punto de concentración para estaciones de trabajo, servidores, *routers*, *Hubs* y otros *Switches* en el caso de conectar dos segmentos de red. Fundamentalmente se encargan de orientar las tramas de capa 2 (Capa de enlace de dato del modelo OSI) entre los diferentes puertos, y en los denominados *switches* de capa 3 (Capa de red, Modelo OSI) o superior, se realizan las funciones de enrutamiento como validar la integridad de la cabecera de la capa 3 y verificar la expiración de paquetes.

El desarrollo de esta práctica permite familiarizarse con los *Switches* D-LINK DES-3326, 3COM-3226 y Avaya Cajun P333R disponibles en el laboratorio de redes de datos de la E3T, además de caracterizarlos para realizar adecuadamente tareas de configuración y administración básica de los mismos.

#### 4.2.2. Mirroring y LAGs

Implementar la agregación de enlaces (LAGs) para agrupar múltiples puertos 10/100/1000 Mbps permite conseguir un enlace lógico punto a punto más rápido entre conmutadores o entre servidores y conmutadores; proporcionando, además del ancho de banda, enlaces redundantes para protección contra fallos y balance dinámico de carga entre los puertos. Por otro lado, algunos *switches* administrables soportan la técnica *mirroring* de puertos, la cual permite configurar un puerto del *Switch* como “espejo” para duplicar los paquetes y redireccionar los duplicados, además, permite monitorizar el tráfico que ocurre en alguno o un grupo de puertos del *switch*. Esta característica permite visualizar el tráfico de paquetes de un segmento de LAN en ambientes de red conmutados.

Con el desarrollo de esta práctica se determinan las ventajas en términos de ancho de banda del enlace bajo el uso de LAGs en redes conmutada e implementar la técnica de *mirroring* en los *switches* DLINK y 3COM del laboratorio de redes identificando las características de funcionamiento de los puertos fuente y espejo.

#### 4.2.3. Spanning Tree

Los fallos producidos en un enlace, un puerto o un dispositivo determinado, se pueden contrarrestar mediante el uso de topologías redundantes que le brinden protección a la red ante los tiempos muertos que se presenten. STP (Protocolo de árbol extendido) es un protocolo de administración de enlaces de la capa 2 del modelo OSI que se usa para mantener la red libre de bucles infinitos en redes que presenten configuración redundante. Cuando se presenta un cambio en la topología de una red que esta ejecutando STP, los puertos de los *switches* y puentes son reconfigurados automáticamente (bloquean de forma lógica) para evitar pérdidas de conectividad, carencia de acceso a los recursos de la red o la formación de bucles.

Con esta práctica se busca configurar los *switches* 3COM 3226 y D-LINK DES-3326 para habilitar el funcionamiento del protocolo *Spanning Tree* y evitar bucles lógicos en una topología redundante, y de esta manera, observar el árbol resultante en la red.

#### 4.2.4. LAN Virtual

Los esquemas de una Red Virtual de Área Local (VLAN) proporcionan los medios adecuados para solucionar la problemática por medio de la agrupación lógica de estaciones de trabajo y servidores. Los dispositivos de una VLAN están restringidos a la comunicación con los dispositivos de su propia VLAN, de modo que la red conmutada funciona como varias LAN individuales con un dominio de difusión independiente creado por uno o más switches.

El desarrollo de esta actividad permite crear y configurar VLAN en capa 2 (por puerto) y capa 3 utilizando los *Switches* D-LINK DES-3326, 3COM-3226 y Avaya Cajun P333R mediante la conexión por consola, vía Telnet o vía Web, y finalmente, comprobar la comunicación entre cada una de las estaciones de trabajo dentro de las VLAN creadas.

#### 4.2.5. WLAN

Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década es la de poder comunicar estaciones de trabajo mediante tecnología inalámbrica, facilitando la operación en lugares donde no se puede permanecer en un solo lugar. Existen varias tecnologías de transmisión inalámbrica siendo la más conocida la WIFI<sup>36</sup>; publicada bajo el estándar 802.11, fue diseñada para sustituir a la capa física y MAC de la norma 802.3 (Ethernet), así, la única diferencia entre ambas es la manera en la que los dispositivos acceden a la red.

Como objetivo general, esta práctica pretende brindarle al estudiante las herramientas para realizar y comprender la configuración de una red inalámbrica en topologías infraestructura, *Ad-hoc* y *Bridge*, y por último, configurar diferentes tipos de seguridad en WLAN.

---

<sup>36</sup> WIFI: Wireless Fidelity. En español, Fidelidad inalámbrica.

#### 4.2.6. Enrutamiento

El *router* es un dispositivo que opera en la capa de red del modelo OSI, y tiene como función principal establecer, mantener y terminar las conexiones. Se encarga de tomar decisiones lógicas respecto a la mejor ruta para el envío de datos a través de una red interconectada y luego dirige los paquetes hacia el segmento y puerto de salida adecuados. El *router* mantiene una tabla de enrutamiento que determina el siguiente salto que debe seguir el paquete para llegar al destino final.

Con la implementación de las actividades planteadas en esta práctica se realiza un reconocimiento de las interfaces físicas, cables y principales comandos que utilizan los *routers* Cisco series 1600 y 1700 y el *router* 3COM 3012, y de esta manera proceder a configurar interfaces seriales e Ethernet (o FastEthernet) en los dispositivos, al igual que las tablas de rutas.

#### 4.2.7. NATs

Para que una red privada tenga acceso a Internet, se debe instalar un dispositivo ubicado en la frontera de la red interna y externa, que permita establecer una configuración de NAT para la traducción de direcciones; en estos casos lo más conveniente es poner a un *Router* para que los paquetes sean enviados hacia él. Según se enruta un paquete a través de un *router* NAT, éste traduce el valor IP de origen del paquete desde una dirección de red privada a otra dirección IP legal que le permita viajar a través de las redes públicas externas como Internet sin exponer todos sus hosts en la red debido a que no se conocen las direcciones verdaderas de estos, haciendo que sea difícil poder realizar un ataque desde los hosts externos.

Lo que se busca con esta práctica es realizar la configuración de un *Router* NAT para convertir direcciones IP privadas internas en direcciones públicas externas y permitir acceso a Internet, mediante la asignación de direcciones estática, dinámica y sobrecarga.

#### **4.2.8. Listas de acceso**

Las listas de acceso comprenden un conjunto de condiciones que pueden ser configuradas en un *router* (o un *proxy*), para el control del tráfico de la red. Su objetivo principal es filtrar tráfico, permitiendo o denegando el tráfico desde una red o un *host*, de acuerdo a una condición determinada.

El objetivo de esta práctica es conocer los fundamentos de listas de control de acceso aplicados a *routers* Cisco y realizar la configuración haciendo uso del entorno de línea de comandos que ofrece el programa de PC Windows HyperTerminal.

### **4.3. GESTION DE REDES**

#### **4.3.1. Software de gestión y protocolo SNMP**

La importancia de garantizar el buen funcionamiento de las redes de datos conduce a implementar la gestión de red en las organizaciones, ya que ésta presenta soluciones a necesidades de diversos tipos, tales como, controlar y administrar las actividades llevadas a cabo en la red desde un único punto, permitir la expansión permanente en términos de cobertura y tráfico, y ofrecer herramientas para mejorar la calidad del servicio.

Existen diversas herramientas de gestión, la mayoría de ellas software, que mediante el protocolo SNMP permiten la administración de una red completa. Se caracterizan por ilustrar la topología de la red (física y lógica) y la configuración de los dispositivos gestionables, facilitan la obtención de reportes, permiten la monitorización continua, la configuración de alarmas en caso de fallas, actualizar IOS y descubrir nuevas versiones entre otras características.

Con el desarrollo de esta práctica se pretende conocer los principales fundamentos teóricos de la gestión de redes, para de esta manera, proceder a manejar el *software* de gestión *Solarwinds*, realizando un recorrido por sus diferentes menús y analizando las diversas opciones que ofrece la herramienta para ejecutar tareas específicas de monitorización y administración de redes.

#### **4.3.2. Configuración de eventos y alarmas en dispositivos administrables**

Para finalizar, el desarrollo de ésta práctica permite configurar eventos y alarmas en dispositivos de conmutación y enrutamiento, con el fin de controlar diversos parámetros de los equipos administrados, además de realizar la monitorización de los *traps* enviados por el dispositivo administrado (*switch o router*) hacia la estación de gestión, haciendo uso de la herramienta de recepción de traps SNMP trap. Es hasta este momento que el manejo del *software* de gestión Solarwinds cobra importancia, ya que se realiza la manipulación de las diversas opciones que ofrece la herramienta para ejecutar tareas específicas de administración de redes.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La etapa de diagnóstico inicial condujo a determinar los recursos que provee el Laboratorio de Redes de Datos de la E3T a los estudiantes de asignaturas de pregrado y postgrado, lo que permitió identificar las siguientes necesidades:

- Establecer los procedimientos adecuados tal que las tecnologías más importantes que dispone el Laboratorio de Redes de Datos, sean implementadas de la mejor forma, garantizando un nivel de utilización apropiado de los recursos.
- Realizar un estudio del estado de los dispositivos y las tecnologías más recientes que han sido implementadas por las organizaciones locales y regionales, con el fin de determinar cuales de los recursos que ofrece el laboratorio han sido relegados y discontinuados por tecnologías de red más modernas. Esto podría conllevar, en caso de ser necesario, a renovar parcialmente algunos dispositivos disponibles, de manera que se garantice un nivel tecnológico adecuado.

La realización de este proyecto suple de manera parcial las funciones básicas para el mantenimiento del laboratorio en un nivel tecnológico apropiado y para incrementar el aprovechamiento de los recursos, ya que se obtuvieron los siguientes resultados:

### MANUAL DE PRÁCTICAS DE PROTOCOLOS AVANZADOS

El Manual de Prácticas de Protocolos Avanzados constituye una herramienta práctica para implementar 14 importantes tecnologías en el área de redes de datos, haciendo uso de los recursos que provee el laboratorio y dirigida a estudiantes e interesados en esta área. Las prácticas están diseñadas de manera completa e ilustrada, otorgando a la persona interesada, la capacidad de desarrollarlas sin la supervisión continua de un profesor. Esto permite incrementar el aprovechamiento

de los dispositivos, y por ende, el nivel tecnológico determinado por la utilización de los mismos.

El análisis de las principales tecnologías para implementar en el Laboratorio de Redes de Datos de la E3T, condujo a seleccionar las 14 prácticas incluidas en el Manual de Prácticas de Protocolos Avanzados, y a proponer como líneas futuras de evolución del laboratorio la profundización en el estudio de diferentes tecnologías de red tales como *VoIP*, *Frame Relay*, Calidad del Servicio, entre otras, para ser abarcadas e implementadas en un curso de Redes de Computadores III.

Con el fin de otorgar una solución a los espacios de tiempo en que se pueden desarrollar las actividades propuestas en el manual, se recomienda programar prácticas de asistencia controlada al laboratorio para los estudiantes y miembros de la comunidad E3T que se inscriban, en franjas de duración concreta y limitada, adicionales a las horas teóricas recibidas durante la semana y bajo la supervisión de un auxiliar encargado, que realice la asignación de equipos a los estudiantes o interesados, de tal forma que puedan realizar las prácticas de laboratorio que deseen implementar.

Se sugiere diligenciar un formato con el número de la práctica a desarrollar, los dispositivos que se utilizarán y el nombre e identificación de la persona que los solicita, con el fin de mantener el control sobre el manejo provisional de los dispositivos.

## EVALUACIÓN TECNOLÓGICA

Otorga una evaluación parcial del estado de los dispositivos que dispone el Laboratorio de Redes de Datos, y determina de manera general qué tecnologías sería importante abordar de manera más profunda, para complementar el estudio en el área de redes. Este procedimiento permite garantizar a los usuarios del laboratorio la utilización de equipos en buen estado que soportan de manera completa tecnologías de red recientes.

La evaluación del estado de los dispositivos del Laboratorio de Redes de datos condujo a proponer la adquisición de los siguientes dispositivos: dos *Switch-Routers*, dos Teléfonos, Servidores SIP – Teléfonos IP, dos *Routers*, y un Probador de cables cruzados.

La propuesta de adquisición de estos equipos se fundamenta en el mantenimiento de dispositivos de laboratorio en buen estado, que suplen satisfactoriamente las necesidades y ofrecen importantes prestaciones tecnológicas.

Finalmente, la etapa de ejecución del proyecto permitió identificar que la creciente evolución de las tecnologías de redes de datos y la heterogeneidad de equipos y fabricantes, son factores críticos que se deben evaluar cada cierto tiempo, para realizar el mantenimiento de un laboratorio, cuyo propósito específico sea la implementación de tópicos en el área de las telecomunicaciones.

Por ende, se recomienda el estudio minucioso de un modelo matemático que sea aplicable cada cierto tiempo y permita garantizar que el número de equipos que dispone el laboratorio suplen correctamente la demanda promedio del mismo; que determine qué tan competitivo es el Laboratorio de Redes de Datos comparado con laboratorios del mismo enfoque de otras universidades a nivel local, nacional e internacional. Además, el estudio debe considerar el factor de evolución de las tecnologías, que establezca si las prestaciones ofrecidas por los dispositivos son apropiadas para garantizar un nivel de aprendizaje innovador, que otorgue beneficios al ser aplicado en las organizaciones de la región.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CISCO SYSTEMS. Guía del primer año CCNA 1 y 2. Pearson Educación S.A., Tercera edición 2005
- CISCO SYSTEMS. Guía del segundo año CCNA 3 y 4. Pearson Educación S.A., Tercera edición 2004
- GUZMAN, Paola, BARCO, Leydi, Gestión en redes de computadores, Grupo de Investigación de conectividad y procesamiento de señal CPS, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander.
- TANENBAUM, Andrew S., Redes de Computadoras. Pearson Educación. Cuarta edición 2003.
- GIL, Hector, Configuración de servicios de red, Grupo de Investigación de conectividad y procesamiento de señal CPS, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander.
- HALSALL, Fred, Comunicación de datos, redes de computadores y sistemas abiertos. Addison Wesley Longman. Cuarta edición 1998.
- GARCÍA, Jesús, Redes para Proceso Distribuido. Alfaomega. Segunda edición 2001.
- BLACK, Uyles, Redes de computadores: Protocolos, normas e interfaces. Alfaomega, Segunda edición 1999.
- COGOLLO, Rolando, GARCÍA, Tesis de Proyecto de Grado: *Diseño de las prácticas del laboratorio de redes de computadores I*. E3T, UIS. 2004

- Manuales del Switch 3226 y Switch 3250. 3Com, Diciembre 2003.
- Manuales del Switch CAJUN P333R, Lucent Technologies, enero del 2001.
- Manuales del Switch DES-3326. D-Link, julio del 2002.
- Manuales del Router Cisco series 1600 y 1700.
- Manuales de Router 3Com series 3000, 3Com, marzo del 2004.

## ANEXOS

## ANEXO A. INVENTARIO EQUIPOS DEL LABORATORIO DE REDES DE DATOS

Tabla 1. Inventario de los equipos disponibles en el laboratorio de redes de datos de la E3T.

GRUPO	N. de Inv.	Descripción del Elemento	Fecha de adq. d/m/a
Switches	49350	Switch CAJUN P333R Lucent Technologies	1/12/2000
		Switch LG Goldstream	
	61278	Switch D-Link DES 3326 SR, 24 Puertos 10/100 Mbps.	08/02/2005
	61418	Switch 3Com. Ref-3226. 24 Puertos 10/100, Capa 3.	04/03/2005
	61424	Switch Quintum Tenor Asm200, 2 Puertos Fxs, 2 Puertos Fxo, Voip Multipath Switch	04/03/2005
	61425	Switch Quintum Tenor Asm200, 2 Puertos Fxs, 2 Puertos Fxo, Voip Multipath Switch	04/03/2005
	55825	Switch Cajun P550r L3	13/05/2003
	55826	Switch Cajunp118 Sx	13/05/2003
Routers	55085	Router Cisco 1601 TR Ethernet Serial Modular 1 Open WAN Slot con tarjeta adicional	09/12/2002
	55086	Router Cisco 1601 TR Ethernet Serial Modular 1 Open WAN Slot con tarjeta adicional	09/12/2002
		Router Cisco 1721 10/100 Base Modular Router W/2 Wan S	08/02/2005
	61280	Router Cisco 1721 10/100 Base Modular Router W/2 Wan S	08/02/2005
	61419	Router 3Com Ref-3c13612 Un Puerto Lan Y Dos Puertos Seriales WAN	04/03/2005
	61420	Router 3Com Ref-3c13612 Un Puerto Lan Y Dos Puertos Seriales WAN	04/03/2005
Dispositivos inalámbricos	56685	Dlink Multimode 2.4/5 Ghz Wireless LAN Access Point DWL-6000A	11/09/2003
	56686	Dlink Multimode 2.4/5 Ghz Wireless LAN Access Point DWL-6000A	11/09/2003

	57109	Avaya Wireless Adapter USB Client Slv World	10/11/2003
	57110	Avaya Wireless Adapter USB Client Slv World	10/11/2003
	82594	Adaptador externo 3COM USB wireless	02/12/2003
	82595	Adaptador externo 3COM USB wireless	02/12/2003
	82596	Adaptador externo 3COM USB wireless	02/12/2003
	113002	Acceso inalámbrico 125/54 mbps Trendnet	01/08/2005
	113003	Acceso inalámbrico 125/54 mbps Trendnet	01/08/2005
	113357	Router+punto de acceso 54 mbps ref: D-link	24/08/2005
	113358	Punto de acceso 54 mbps ref: dwl-2000a D-link	24/08/2005
	113359	Tarjeta de red pci inalámbrica 54 mbps D-link	24/08/2005
	113360	Tarjeta de red pci inalámbrica 54 mbps D-link	24/08/2005
	113361	Adaptador inalámbrico usb 2.0 54 mbps D-link	24/08/2005
	113362	Adaptador inalámbrico usb 2.0 54 mbps D-link	24/08/2005
	114912	Punto de Acceso 54 MBPS Ref: DWL-2000AP DLINK (oficina CPS)	
	114915	Adaptador inalámbrico usb 2.0 54 mbps	04/10/2005
	114916	Adaptador inalámbrico usb 2.0 54 mbps	04/10/2005
	115122	Router+acceso inalámbrico 108 mbps ref	14/10/2005
	115123	Tarjeta inalámbrica PCI 108 MBPS Trendnet	14/10/2005
	115124	Tarjeta inalámbrica PCI 108 MBPS Trendnet	14/10/2005
	115125	Tarjeta inalámbrica PCI 108 MBPS Trendnet	14/10/2005
	115126	Tarjeta inalámbrica PCI 108 MBPS Trendnet	14/10/2005
	115127	Tarjeta inalámbrica USB 108 MBPS Trendnet	14/10/2005
	115128	Tarjeta inalámbrica USB 108 MBPS Trendnet	14/10/2005
	115129	Tarjeta inalámbrica PCCARD 108 mbps Trendnet	14/10/2005
	115130	Tarjeta inalámbrica PCCARD 108 mbps Trendnet	14/10/2005
<b>Estaciones de trabajo</b>	56316	Computador Dell Optiplex Gx 260 Gx260 Small Mini Tower Intel Pentium IV	18/07/2003
	56410	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie 5K 4R 231	06/08/2003
	56411	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium 4 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie 1K4R231	06/08/2003
	56412	Computador Dell Optiplex Gx 260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie 3J4R231	06/08/2003

	56413	Computador Dell Optiplex Gx 260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 Mb Serie 3J4R231	06/08/2003
	56414	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie 2J4R231	06/08/2003
	56415	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie BJ4R231	06/08/2003
	56416	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie 1K4R231	06/08/2003
	56417	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie 9J4R231	06/08/2003
	56418	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie HJ4R231	06/08/2003
	56419	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie JH4R231	06/08/2003
	56420	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie 4K4R231	06/08/2003
	56421	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie 8J4R231	06/08/2003
	56422	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie 8H4R231	06/08/2003
	56423	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie 2K4R231	06/08/2003
	56424	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie 6H4R231	06/08/2003
	56425	Computador Dell Optiplex Gx260 Inptel Pentium IV 1.8 GHz Mem RAM 512 MB Serie 7J4R231	06/08/2003
<b>Dispositivos de radioenlaces</b>	62430	Antena Exterior Direccional 24 Dbi Marca: Trendnet	01/08/2005
	62431	Antena Exterior Direccional 24 Dbi Marca: Trendnet	01/08/2005
	12752	Antena eterna GA25MCX	15/09/2006
	130560	Antena para Laboratorio WIP 1/4	04/12/2006
	130561	Antena para Laboratorio WIP 1/4	04/12/2006
	130562	Antena para Laboratorio WIP 1/4	04/12/2006
	130563	Antena para Laboratorio WIP 1/4	04/12/2006
	130564	Antena para Laboratorio WIP 1/4	04/12/2006
	130564	Antena para Laboratorio WIP 1/4	04/12/2006
	130566	Antena para Laboratorio (Antenas Planas)	04/12/2006
	130567	Antena para Laboratorio (Antenas Planas)	04/12/2006
	130568	Antena para Laboratorio (Antenas Planas)	04/12/2006
	130569	Antena para Laboratorio (Antenas Planas)	04/12/2006

	130570	Antena para Laboratorio con base magnética	04/12/2006
	130571	Antena para Laboratorio con base magnética	04/12/2006
	130572	Antena para Laboratorio	04/12/2006
	130573	Antena para Laboratorio	04/12/2006
	130574	Antena para Laboratorio	04/12/2006
	130575	Antena para Laboratorio	04/12/2006
	130576	Antena para Laboratorio	04/12/2006
	130577	Antena para Laboratorio	04/12/2006
	130578	Antena para Laboratorio	04/12/2006
	130579	Antena para Laboratorio	04/12/2006
	130580	Antena para Laboratorio Doble Banda SM	04/12/2006
	130581	Antena para Laboratorio Doble Banda SM	04/12/2006
	130582	Antena para Laboratorio Dipolo Ref. AN	04/12/2006
	130583	Antena para Laboratorio Dipolo Ref. AN	04/12/2006
	130584	Antena para Laboratorio Dipolo Ref. AN	04/12/2006
	130585	Antena para Laboratorio Dipolo Ref. AN	04/12/2006
	130586	Antena para Laboratorio SMA Jack to SM	04/12/2006
	130587	Antena para Laboratorio SMA Jack to SM	04/12/2006
	131231	Modulo de Comunicación Inalámbrica	12/12/2006
	131232	Modulo de Comunicación Inalámbrica	12/12/2006
	131233	Modulo de Comunicación Inalámbrica	12/12/2006
	131234	Modulo de Comunicación Inalámbrica	12/12/2006
	131235	Modulo de Comunicación Inalámbrica	12/12/2006
	131236	Modulo de Comunicación Inalámbrica	12/12/2006
	131237	Modulo de Comunicación Inalámbrica	12/12/2006
	131238	Modulo de Comunicación Inalámbrica	12/12/2006
	131239	Modulo de Comunicación Inalámbrica	12/12/2006
	131240	Modulo de Comunicación Inalámbrica	12/12/2006
	131717	Antena para laboratorio Yagui 916 MHZ	04/12/2006
	131718	Antena para laboratorio Yagui 916 MHZ	04/12/2006
<b>Otros</b>	56647	Synclik Wan Adapter For Linux/Pci/V.35 Ref.171193	05/09/2003
	57111	Avaya Sx M5502-Modulo 2 Puertos 1000 Base Sx N/P Con Instalación	10/11/2003

57112	Avaya Sx M5502-Modulo 2 Puertos 1000 Base Sx N/P Con Instalación	10/11/2003
61421	Modem Rad. Ref Asmi-52/Ac/M/V35/2W	04/03/2005
61422	Modem Rad. Ref Asmi-52/Ac/M/V35/2W	04/03/2005
61423	Firewall Cisco Pix-501-Bun-K9 10 Usuarios	04/03/2005
32621	Probador de cable siemon	30/12/2000
33046	Ponchera con cuchilla 11	28/04/2000
33047	Ponchera telemaster	28/04/2000
81448	Ponchadora de impacto 110 ideal	30/10/2003
81449	Ponchadora telemaster para RJ45 de 4	30/10/2003
55827	Argent Branch 0808	13/05/2003
55828	Argent Phone 16	13/05/2003
57323	Teléfono	06/11/2003
57324	Teléfono	06/11/2003

## ANEXO B. TECNOLOGÍAS QUE SOPORTAN LOS PRINCIPALES DISPOSITIVOS DE RED DEL LABORATORIO DE REDES DE DATOS<sup>37</sup>

(x) Tecnologías que no han sido implementadas y se recomienda profundizar su estudio en un curso de Redes de Computadores III.

**Tabla 1. Tecnologías de los Switches disponibles.**

Tecnologías	Switches			
	Cajun P333R	Cajun P550	DLINK DES-3326SR	3COM 3226
Autonegociación	✓	✓	✓	✓
VLAN (Virtual Local Area Network)	✓	✓	✓	✓
SNTP (Simple Network Time Protocol)	✓	✓		
LAG (Link Aggregation Group)	✓	✓	✓	✓
LACP (Link Aggregation Control Protocol)				✓
Mirroring	✓	✓	✓	✓
Broadcast Storm Control			✓	✓
Multicast Storm Control			✓	
Priorización de tráfico, DSCP (DiffServ CodePoint)	✓			✓
IP Multicast Filtering	✓			✓
Control de flujo	✓	✓	✓	✓
STP (Spanning Tree Protocol)	✓	✓	✓	✓
RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol)				✓
VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol)	✓	✓		
SRRP (Simple Router Redundancy Protocol)	✓			
Políticas de Control de Acceso	✓			
OoS (Quality of Service) (x)	✓		✓	✓
Enrutamiento IP	✓	✓	✓	✓
Enrutamiento Apple Talk		✓		
RIP V1 (Routing Information Protocol)	✓	✓	✓	✓
RIP V2 (Routing Information Protocol)	✓	✓	✓	✓

<sup>37</sup> Se abordan las principales tecnologías que soportan los dispositivos y se omiten algunas de poca relevancia

OSPF (Open Shortest Path First) (x)	✓	✓	✓	
Balanceo de carga mediante OSPF (x)	✓			
Netbios Rebroadcast	✓			
Multinneting (Múltiples subredes por VLAN)	✓	✓		
RMON (Remote Monitoring)	✓	✓		✓
RMON I MIBs	✓			
RMON II MIBs	✓			
SMON MIBs (Switching Monitoring)	✓			
SNMP (Simple Network Management Protocol)	✓	✓	✓	✓
Open Trunk Technology		✓		
IPX RIP	✓	✓		
IPX SAP	✓	✓		
Apple Talk Routing	✓			
IGMP V1, V2 (Internet Group Management Protocol)		✓	✓	✓
GVRP (Group VLAN Registration Protocol)				✓
GMRP (Group Multicast Registration Protocol)			✓	
DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol)		✓	✓	
PIM-DM (Protocol Independent Multicast – Dense Mode)			✓	
MIBs Groups (Management Information Base)	✓	✓	✓	
Configuración de Traps	✓		✓	✓
802.1x Autenticación de usuarios			✓	✓
BOOTP Relay (Bootstrap Protocol)	✓	✓	✓	
DHCP Relay (Dynamic Host Configuration Protocol)	✓	✓	✓	✓
DNS Relay			✓	
Seguridad (HTTPS, SSH, RADIUS Service)	✓			✓
Listas de Acceso		✓		✓
Proxy ARP		✓		
IRDP (ICMP Router Discovery Protocol)		✓		
LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) (x)		✓		

**Tabla 2. Tecnologías de los Routers disponibles.**

Tecnologías	Routers	
	Cisco 1600/1700	3COM 3012
ISDN (Integrated Service Digital Network) (x)	✓	✓
Frame Relay (x)	✓	✓
X.21	✓	✓
X.25	✓	✓
PPP (Point to Point Protocol) (x)	✓	✓
PPPoE (Point to Point Protocol over Ethernet)		✓
Enrutamiento estático	✓	✓
OSPF (Open Shortest Path First) (x)	✓	✓
RIP V1/V2 (Routing Information Protocol)	✓	✓
IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)	✓	
EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)	✓	
Configuración de VPNs (Virtual Private Network) (x)	✓	✓
Listas de control de Acceso	✓	
NATs (Network Address Translation)	✓	
SLIP (Serial Line Internet Protocol)		✓
T1		✓
E1		✓
Enrutamiento dinámico		✓
BGP-4 (Border Gateway Protocol) (x)		✓
QoS (Quality of Service) (x)		✓
Multicast		✓
Resilience		✓

**Tabla 3. Tecnologías de dispositivos de redes inalámbricas.**

tecnologías	ReDES INALÁMBRICAS						
	ACCESS POINTs		ADAPTADORES				ROUTER INALÁMB
	DWL6000/ 2000AP DLINK	TEW- 410APB Plus TRENDnet	DWL120 DLINK	USB Client Silver ORINOCO	Office Connect USB Adapter 3COM	TEW- 443PI/ 444UB TRENDnet	DI-624+ DLINK
Estándar 802.11a	✓						
Estándar 802.11b	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Estándar 802.11g a 54Mbps	✓	✓	✓			✓	✓
Estándar 802.11g a 108Mbps						✓	
Estándar 802.11g a 125Mbps		✓					
Cifrado WEP (Wired Equivalent Privacy)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Modo de operación Bridge	✓	✓					
Modo de operación Cliente		✓	✓	✓	✓	✓	
VPN (Virtual Private Network) (x)							✓
DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)	✓	✓	✓	✓			
PBCC	✓						
Modo Ad-Hoc			✓	✓	✓	✓	
Modo Infraestructura	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

DHCP Server	✓	✓					✓
CSMA/CA (x)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
WPA (Wi-Fi Protected Access)		✓				✓	
NAT (Network Address Translation)							✓
Firewall							✓
Filtrado por URL							✓

**Tabla 4. Tecnologías de otros dispositivos de red disponibles.**

tecnologías	Servidores <sup>38</sup>	firewall	Modem
	Power Edge 400SC DELL	CISCO PIX 501	RAD ASMI-52/AC/M/V 35/2W (F)
Servidor WEB (HTTP y HTTPS)	✓		
Servidor de correo electrónico (SMTP, POP e IMAP)	✓		
Acceso remoto SSH	✓		
Acceso remoto Telnet	✓	✓	
Configuración de VPNs (x)	✓	✓	
Políticas de control de acceso (x)	✓	✓	
Redirección de puertos	✓	✓	
NATs (Network Address Translation)	✓	✓	
PATs (Port Address Translation)		✓	
X.21			✓
V.35			✓
RS-530			✓
G.703/G.704 E1			✓
Interfaces Ethernet			✓
SHDSL			✓
LRS-52			✓

<sup>38</sup> Sistema operativo RED HAT 9.0

## ANEXO C. FORMATO DE EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

**< TÍTULO DE LA GUÍA >  
EVALUACIÓN PRÁCTICA  
REDES DE COMPUTADORES II**

	<b>E</b>	<b>B</b>	<b>D</b>
El marco teórico es claro y preciso			
El lenguaje empleado en el marco teórico es técnico y apropiado			
El marco teórico incluye todos los conceptos requeridos para el correcto desarrollo de la guía			
El procedimiento es claro y preciso			
El procedimiento abarca todos los ítems necesarios para realizar la actividad			

**Pregunta tipo 1. Cualitativa**

	<b>SI</b>	<b>NO</b>
El marco teórico contiene información innecesaria para la comprensión del tema y la actividad  <i>Si la respuesta a esta pregunta es SI, adjunte de manera breve la información innecesaria que contiene el marco teórico</i>		
Se requieren ítems que den un mayor nivel de detalle al procedimiento para hacerlo más entendible		
El procedimiento es demasiado rígido y limita la creatividad individual		
El desarrollo completo de la guía se puede llevar a cabo en el tiempo asignado a la práctica.  <i>Si la respuesta a esta pregunta es NO, adjunte qué porcentaje de la guía logró realizar en el tiempo estipulado</i>		
La actividad conlleva al logro de todos los objetivos propuestos en la práctica  <i>Si la respuesta a esta pregunta es NO, especifique cuáles objetivos no se lograron alcanzar con el desarrollo de la actividad</i>		

**Pregunta tipo 2. Objetiva**