

**DISEÑO DE LAS PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE REDES DE
COMPUTADORES I**

**ROLANDO FAVIO COGOLLO GARCÍA
IRVIN VLADIMIR GARCÍA MONCAYO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2004

**DISEÑO DE LAS PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE REDES DE
COMPUTADORES I**

**ROLANDO FAVIO COGOLLO GARCÍA
IRVIN VLADIMIR GARCÍA MONCAYO**

Este proyecto es presentado para optar al título de Ingeniero Electrónico

Director

OSCAR GUALDRÓN GONZÁLEZ

Doctor en Física

Codirector

PAOLA GUZMÁN

Ingeniera Electrónica

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2004

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS DE RED	4
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED DE LA UNIVERSIDAD	4
1.2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE RED DE LA SALA DE REDES DE DATOS	6
1.2.1 SWITCHES	6
1.2.1.1 Switch Enrutador Cajun 333R de Marca Lucent Technologies	6
1.2.1.2 Switch Enrutador Cajun P550 de Marca Lucent Technologies	7
1.2.1.3 Switch Cajun P118SX de Marca Lucent Technologies	8
1.2.2 ENRUTADORES	9
1.2.2.1 Enrutador CISCO serie 1600	9
1.2.2.2 Enrutador CISCO serie 1700	11
1.2.3 SERVIDORES	12
1.2.3.1 Servidor Power Edge400SC de Dell	12
1.2.4 TERMINALES	14
1.2.4.1 Terminales Optiplex GX260 de Dell	14

1.2.5	DISPOSITIVOS PARA REDES INALÁMBRICAS	15
1.2.5.1	Access Point	15
1.2.5.2	Adaptadores	16
1.2.6	DISPOSITIVOS PARA REDES DE COMUNICACIONES	19
2.	CONCEPTOS FUNDAMENTALES	20
2.1.	QUÉ ES UNA RED DE COMPUTADORES	20
2.2.	VENTAJAS DE LAS REDES DE COMPUTADORES	23
2.3.	TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN	24
2.3.1.	BANDA BASE	24
2.3.2.	BANDA ANCHA	24
2.4.	TOPOLOGÍAS	25
2.4.1.	CONFIGURACIÓN EN BUS	25
2.4.2.	CONFIGURACIÓN EN ESTRELLA	26
2.4.3.	CONFIGURACIÓN BUS EN ESTRELLA	27
2.4.4.	CONFIGURACIÓN EN ESTRELLA JERÁRQUICA	27
2.4.5.	CONFIGURACIÓN EN ANILLO	28
2.5.	TOPOLOGÍA FÍSICA Y LÓGICA	29
2.6.	TIPOS DE TECNOLOGIAS DE RED	30
2.6.1.	ETHERNET	30
2.6.2.	TOKEN RING	33

2.7. PROTOCOLOS Y ESTÁNDARES	33
2.7.1 PROTOCOLOS	33
2.7.2 ESTÁNDARES	38
2.8. DISPOSITIVOS DE RED BÁSICOS	38
2.8.1. CONCENTRADORES (HUBS)	39
2.8.2. REPETIDORES (REPEATERS)	39
2.8.3. PUENTES (BRIDGES)	39
2.8.4. CONMUTADORES (SWITCHES)	40
2.8.5. ENRUTADORES (ROUTERS)	40
3. HERRAMIENTAS DE SOFTWARE USADAS DENTRO DE LAS PRÁCTICAS	41
3.1. ETHEREAL 0.10.4	41
3.2. GUILDFTPd 0.999.9	44
3.3. WS_FTP LE	47
3.4. VSFTPd	50
3.5. HYPERTERMINAL PRIVATE EDITION	52
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS PRÁCTICAS	54
4.1. CONTENIDO DE ASIGNATURA	54
4.2. CRITERIOS EMPLEADOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS TEMAS DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO	56
4.3. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS	58

4.4. JUSTIFICACIÓN DE LOS TEMAS SELECCIONADOS PARA EL DISEÑO DE LAS PRÁCTICAS	61
4.4.1. INSTALACIÓN DE LINUX RED HAT 9	61
4.4.2. FUNDAMENTOS DE LINUX	62
4.4.3. PROTOCOLO BÁSICO DE COMUNICACIÓN	63
4.4.4. CONFIGURACIÓN DE RED	64
4.4.5. MONITORES DE RED Y PROTOCOLO DE INTERNET (IP)	65
4.4.6. COMANDOS BÁSICOS DE TCP/IP	66
4.4.7. PING e ICMP (Protocolo de Mensajes de Control de Internet)	67
4.4.8. TCP/UDP	68
4.4.9. NAVEGADOR Y CORREO ELECTRÓNICO	70
4.4.10. PÁGINA WEB	72
4.4.11. CLIENTE FTP	72
4.4.12. SERVIDOR FTP	73
4.4.13. TELNET	74
4.4.14. FRAME RELAY	75
4.5. DESCRIPCIÓN DE LAS PRÁCTICAS ELABORADAS	76
4.5.1. INSTALACIÓN DE LINUX RED HAT 9	76
4.5.1.1. Descripción	76
4.5.1.2. Objetivos	77
4.5.1.3. Elementos Utilizados	77
4.5.2. FUNDAMENTOS DE LINUX	77
4.5.2.1. Descripción	77
4.5.2.2. Objetivos	78
4.5.2.3. Elementos Utilizados	78
4.5.3. PROTOCOLO BÁSICO DE COMUNICACIÓN	78
4.5.3.1. Descripción	78
4.5.3.2. Objetivos	79
4.5.3.3. Elementos Utilizados	79

4.5.4.	CONFIGURACIÓN DE RED	79
4.5.4.1.	Descripción	79
4.5.4.2.	Objetivos	80
4.5.4.3.	Elementos Utilizados	80
4.5.5.	MONITORES DE RED Y PROTOCOLO DE INTERNET (IP)	81
4.5.5.1.	Descripción	81
4.5.5.2.	Objetivos	81
4.5.5.3.	Elementos Utilizados	82
4.5.6.	COMANDOS BÁSICOS DE TCP/IP	82
4.5.6.1.	Descripción	82
4.5.6.2.	Objetivos	82
4.5.6.3.	Elementos Utilizados	83
4.5.7.	PING e ICMP (Protocolo de Mensajes de Control de Internet)	83
4.5.7.1.	Descripción	83
4.5.7.2.	Objetivos	84
4.5.7.3.	Elementos Utilizados	84
4.5.8.	TCP/UDP	84
4.5.8.1.	Descripción	84
4.5.8.2.	Objetivos	85
4.5.8.3.	Elementos Utilizados	85
4.5.9.	NAVEGADOR Y CORREO ELECTRÓNICO	85
4.5.9.1.	Descripción	85
4.5.9.2.	Objetivos	86
4.5.9.3.	Elementos Utilizados	86
4.5.10.	PÁGINA WEB	87
4.5.10.1.	Descripción	87
4.5.10.2.	Objetivos	87
4.5.10.3.	Elementos Utilizados	87
4.5.11.	CLIENTE FTP	88
4.5.11.1.	Descripción	88

4.5.11.2.	Objetivos	88
4.5.11.3.	Elementos Utilizados	89
4.5.12.	SERVIDOR FTP	89
4.5.12.1.	Descripción	89
4.5.12.2.	Objetivos	90
4.5.12.3.	Elementos Utilizados	90
4.5.13.	TELNET	90
4.5.13.1.	Descripción	90
4.5.13.2.	Objetivos	91
4.5.13.3.	Elementos Utilizados	91
4.5.14.	FRAME RELAY	91
4.5.14.1.	Descripción	91
4.5.14.2.	Objetivos	92
4.5.14.3.	Elementos Utilizados	92
4.6.	VALORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS	92
4.6.1.	DESCRIPCIÓN DEL FORMATO PARA LA VALORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS	93
4.6.1.1.	Encabezado	93
4.6.1.2.	Cuestionario	93
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
5.1.	CONCLUSIONES	95
5.2.	RECOMENDACIONES	96
	BIBLIOGRAFÍA	98
	ANEXOS	102

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Temas propuestos para las prácticas de laboratorio	60

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Descripción Topología de la Red de la Universidad	5
Figura 2. Switch Cajun 333R	7
Figura 3. Switch Cajun P550	8
Figura 4. Switch P118SX	9
Figura 5. Enrutador CISCO 1600 series	10
Figura 6. Enrutador CISCO 1700series	11
Figura 7. Servidor Dell Power Edge400sc	13
Figura 8. Equipo Dell Optiplex GX260	14
Figura 9. Access Point DWL6000AP D-Link	16
Figura 10. Adaptador DWL120 D-LINK	17
Figura 11. Adaptador Orinoco Silver	18
Figura 12. Adaptador 3COM USB	19
Figura 13. ArgentPhone de Lucent Technologies	20
Figura 14. ArgentBranch de Lucent Technologies	20
Figura 15. Topología en Bus	26
Figura 16. Topología en Estrella	26
Figura 17. Topología Bus en Estrella	27
Figura 18. Topología en Estrella Jerárquica	28
Figura 19. Topología en Anillo	29
Figura 20. Disposición física de configuración en estrella	29
Figura 21. Arquitectura del protocolo TCP/IP	34
Figura 22. Ethereal: Opciones de Captura	42
Figura 23. Captura en Ethereal	43

Figura 24. Ethereal: Contenido de una cadena de TCP	44
Figura 25. Ventana Principal GuildFTPd	45
Figura 26. Espía de conexiones de GuildFTPd	46
Figura 27. Ventana Principal de WS_FTP	47
Figura 28. Manejador de transferencias de WS_FTP	49
Figura 29. Asistente de conexión de WS_FTP a un servidor remoto	49
Figura 30. Fichero de configuración de Vsftpd. vsftpd.conf	51
Figura 31. Ventana Principal Hyperterminal	52

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo A.	102

DEDICATORIAS

A DIOS por sus muestras de amor, por los dones y las oportunidades ofrecidas en nuestras vidas

A nuestras Familias por su apoyo incondicional, por su amor y por esa fuerza que nos impulsa a la realización de nuestras metas.

A nuestros seres queridos que con su amor nos inspiran a ser cada día mejores personas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Oscar Gualdrón González, Doctor en física y Director del proyecto, por los valiosos aportes hechos para el desarrollo de nuestro proyecto, por su paciencia y por su ayuda en el momento oportuno.

Paola Guzmán, Ingeniera Electrónica y Codirectora del proyecto, por su el tiempo dedicado a nuestro trabajo.

A nuestros compañeros y amigos por su colaboración y su espíritu constante de solidaridad.

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO DE LAS PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE REDES DE COMPUTADORES*

AUTORES: COGOLLO GARCÍA, Rolando Favio, GARCÍA MONCAYO, Irvin Vladimir.**

PALABRAS CLAVES: redes, computadores, prácticas, laboratorio.

Actualmente el plan de estudios de Ingeniería Electrónica de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones; cuenta con la asignatura Redes de Computadores I, en la que se imparten los conceptos fundamentales relacionados con la transmisión de datos y la arquitectura de protocolos en redes de computadores. La asignatura cuenta con algunas prácticas de laboratorio, sin embargo, no se había establecido un esquema concreto que diera uniformidad al desarrollo práctico de la asignatura y que permitiera el logro de los objetivos planteados en las mismas.

De esta manera, el principal objetivo de este proyecto de grado ha sido rediseñar las existentes y diseñar algunas nuevas prácticas de laboratorio de esta asignatura, que ofrecerán al estudiante la oportunidad de corroborar de forma experimental la aplicación de los conceptos adquiridos durante las sesiones teóricas, y que además, generarán en los alumnos la mayor cantidad de inquietudes, desarrollando el espíritu investigativo latente en cada uno de ellos gracias a la manera en la que están organizadas y planteadas

Para tal fin, se estructuraron las prácticas de laboratorio evaluando el material disponible actualmente para tal fin. Se diseñaron en base a los temas principales contenidos en el programa de la asignatura, de modo que se llegara a contar con una cantidad más que suficiente de actividades prácticas que permitan al docente la facilidad de agrupar las guías que considere de mayor importancia. Se emplearon herramientas de software de libre distribución, con sus guías de usuario, y se facilitaron los equipos de red necesarios, disponibles en la sala del Laboratorio de Redes de Computadores junto con sus manuales. Y finalmente, gracias a la estructura sencilla, y al diseño didáctico e ilustrativo de las prácticas, estas permitirán la asimilación de los conceptos de la asignatura por parte de los estudiantes durante el desarrollo de las mismas.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Físico - Mecánicas, Ingeniería Electrónica, Oscar Gualdrón G.

ABSTRACT

TITLE: DESIGN OF THE PRACTICES FOR THE COMPUTERS NETWORKS LABORATORY*

AUTHORS: COGOLLO GARCÍA, Rolando Favio, GARCÍA MONCAYO, Irvin Vladimir**

KEY WORDS: network, computers, practical, laboratory.

Currently the plan of studies of Electronic Engineering of the School of Electric, Electronic and Telecommunications Engineering includes the subject Computer Networks I, in which the fundamental concepts related with the transmission of data and the architecture of protocols in computers networks are taught. This subject comprises some laboratory practices, however, a concrete scheme that gave uniformity to the practical development of the subject and that contributes to the achievement of the course proposal had not been established.

This way, the main objective of this final year project has been to redraw the existent ones and to design some new practices of laboratory of this subject that will offer the student the opportunity to corroborate in an experimental way the application of the acquired concepts during the theoretical sessions, and that also, will lead the students to formulate him/herself many questions, developing the latent investigative spirit in each one of them thanks to the way in which they are organized and outlined.

In order to accomplish this, the laboratory practices were structured evaluating the currently available infrastructure (hard and soft). They were designed based on the topics main contents in the program of the subject, so you ended up having a quantity more than enough of practical activities that allow to the educational one the easiness of the guides that it considers of more importance. Free distribution software tools were used, with their user guides, and the necessary network devices were facilitated, available in the Computers Networks Laboratory together with their manuals. And finally, thanks to the simple structure, and to the didactic and illustrative design of the practices, these will allow the assimilation of the concepts of the subject on the part of the students during the development of the same ones.

* Grade thesis

** Ability of Physical - Mechanical, Electronic Engineering, Oscar Gualdrón G

INTRODUCCIÓN

Las redes de computadores, su enorme crecimiento en tan corto tiempo y su extendida implementación en muchas áreas de la actividad humana, como la ciencia, la investigación, la economía, la industria, entre otros, hacen necesario que las áreas de ingeniería afines con la arquitectura de redes, actualicen constantemente los conceptos y sus posibles aplicaciones para estar a la vanguardia de los nuevos avances y necesidades concernientes a esta área, y no de sobra, la concepción de nuevas aplicaciones y tecnologías.

En vista de la necesidad de una formación que vaya al ritmo del progreso tecnológico, es apremiante desarrollar un perfil académico que dé a los estudiantes las herramientas y conceptos que les permitan en un futuro competir y aportar adecuadamente a nivel profesional en áreas de la ingeniería que están marcando el paso en el desarrollo tecnológico de un país. Este es el caso de las redes de computadores. Un campo tecnológico que va en un crecimiento exponencial y que en cada momento exige personal altamente capacitado para mantenerse a la par de su desarrollo.

La Universidad Industrial de Santander como una organización comprometida con la formación de personas de alta calidad profesional, entre otras no menos importantes, requiere contar con los medios necesarios para cumplir con los compromisos que se ha planteado como ente forjador de los futuros profesionales en cada uno de los programas académicos que ofrece en la actualidad, y de igual forma ir al paso de las últimas novedades en los campos del desarrollo humano a todos sus educandos.

La Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, y en el caso particular del plan de estudios de Ingeniería Electrónica, se cuenta con la asignatura Redes de Computadores I, en la que se imparten los conceptos fundamentales relacionados con la transmisión de datos y la arquitectura de protocolos en redes de computadores; con esta

asignatura, la cual forma parte del grupo de electivas profesionales, se espera ofrecer al estudiante un cierto nivel de profundización en un área especializada de la ingeniería.

Además, debido a la incuestionable y cada vez más creciente importancia de contar con la asignatura Redes de Computadores I en la formación académica del ingeniero electrónico se hace también necesario diseñar un medio que permita al estudiante en formación afianzar los conceptos elaborados en dicha asignatura.

Actualmente la asignatura incluye algunas prácticas que ofrecen al estudiante una herramienta para reforzar los conceptos planteados teóricamente. Sin embargo, no se ha establecido un esquema formal que de uniformidad al desarrollo práctico de la asignatura y que permita el logro de los objetivos planteados en las mismas.

Por esta razón, y como principal objetivo de este proyecto de grado, se ve la imperiosa necesidad de rediseñar las existentes y diseñar algunas nuevas prácticas de laboratorio de la asignatura de Redes de Computadores I, que ofrezcan al estudiante la oportunidad de corroborar de forma práctica el uso de los conceptos adquiridos durante las sesiones teóricas desarrolladas en el aula de clase, y que además, generen en cada uno de los alumnos la mayor cantidad de inquietudes desarrollando el espíritu investigativo latente en cada uno de ellos gracias a la manera en la que están estructuradas y planteadas.

A continuación se reseña el contenido de los capítulos presentes en este texto:

En el primer capítulo se realiza una breve descripción de la topología de la red de la Universidad Industrial de Santander y de las instalaciones que se encuentran disponibles actualmente para el desarrollo de las prácticas de laboratorio de la asignatura de Redes de Computadores I. Además se presentan algunas de las características básicas de los equipos y dispositivos de red con los que se cuenta en dichas salas.

En el segundo capítulo se abarcan de forma general algunos de los conceptos fundamentales de los temas contenidos en el programa de la asignatura, de manera que se pueda refrescar algo la memoria.

En el tercer capítulo se presentan las herramientas de software empleadas en el desarrollo de las prácticas de laboratorio, destacando las características que las hacen útiles para que el estudiante cumpla con los objetivos planteados en las mismas.

En el cuarto capítulo se describe el contenido de la asignatura y se muestran los criterios empleados para la selección de los temas de las prácticas de laboratorio. Se describe la estructura principal de las mismas. Se describen los temas seleccionados para las prácticas que se plantearon y se realiza una justificación del por qué son importantes plasmarlos mediante una guía de laboratorio. Además, se hace referencia al empleo de un formato para realizar una valoración por parte de algunos estudiantes para determinar falencias y virtudes presentadas por diseño de dichas guías, y que permitieran efectuar algún tipo de corrección para su mejoramiento.

Finalmente, en el capítulo quinto se comentan las conclusiones y las recomendaciones que se generaron después de la finalización de este trabajo de grado.

1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS DE RED

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED DE LA UNIVERSIDAD

La red de datos de la Universidad Industrial de Santander es una red de alta velocidad y alto rendimiento que se enlaza con sus redes troncales formando una interred. Los servidores y grupos de trabajo están conectados a un switch departamental y estos a su vez a un switch-router central mediante enlaces punto a punto en fibra óptica. Esta arquitectura utilizada en la red de datos de la universidad es conocida como *Backbone Colapsado*, y básicamente se caracteriza por el uso de un dispositivo central que dispone de toda la electrónica de red en sólo una ubicación física; además presenta algunas ventajas como la centralización de la complejidad, el incremento de la funcionalidad, la reducción de costos y la facilidad de mantenimiento. No obstante tiene sus limitaciones, pues los dispositivos pueden ser un potencial cuello de botella y posiblemente un punto simple de falla.

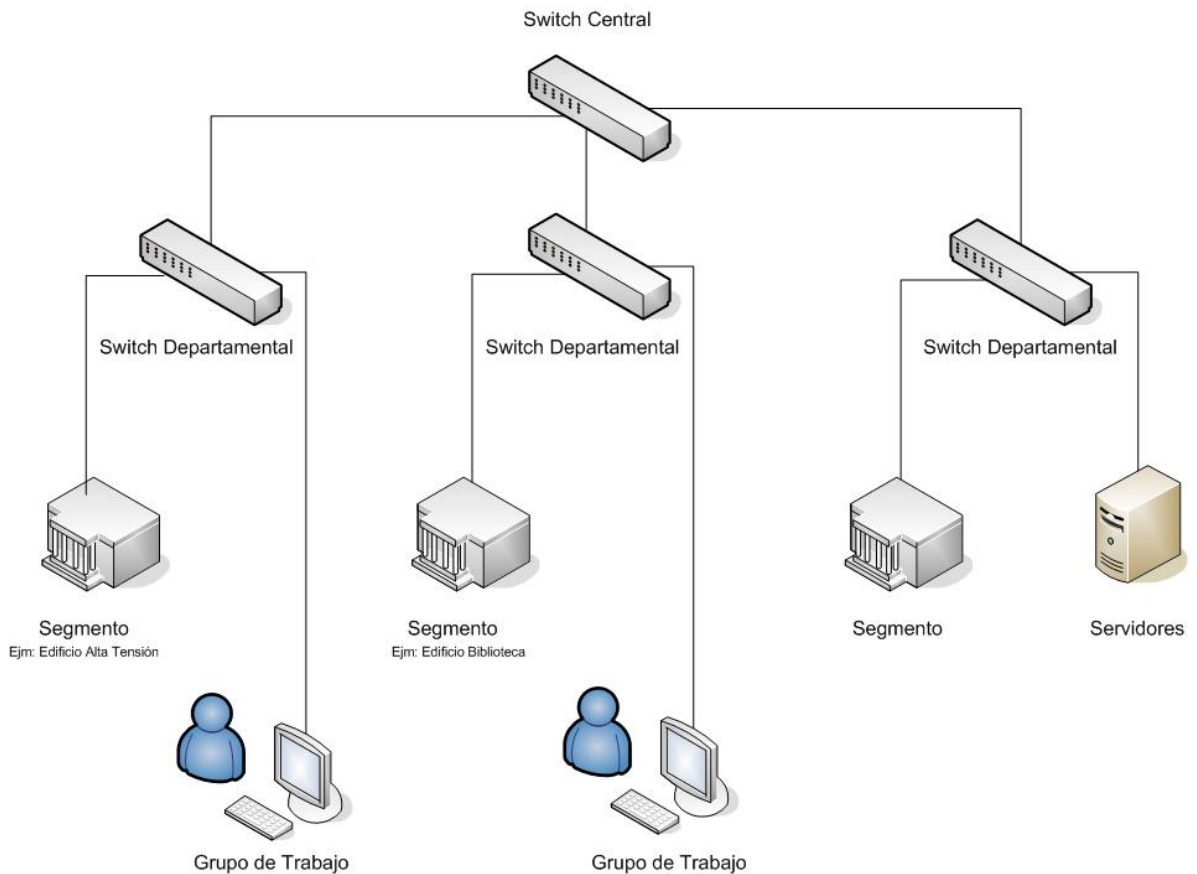
Los equipos de comunicaciones con los que cuenta la red de la universidad son, en su mayoría, marca Lucent Technologies y Cisco. El *backbone* colapsa sobre un switch-router central Cajun P880 que dispone con 14 puertos Gigabit Ethernet y 20 puertos Fast Ethernet.

La topología física empleada es de tipo estrella, que además de una fácil instalación, facilidad de localización, reparación de fallas, y reducción en los costos de ampliación; permite jerarquizar recursos, lo cual es un aspecto relevante en una red en donde se requiere priorizar el tráfico de información.

En este caso se cuenta con un nodo central (switch-router principal) que interconecta nodos intermedios ubicados en cada edificio (switches departamentales Cajun P330) los cuales

concentran los segmentos de red asociados. Entre el nodo central y los edificios se emplea una conexión de fibra óptica multimodo, preferiblemente empleada en distancias relativamente cortas. Dependiendo de la demanda de usuarios en cada uno de los nodos se establece una velocidad de transmisión determinada. Actualmente, Gigabit ethernet (1000 Mbps) y Fast Ethernet (100 Mbps) son las velocidades que se manejan dentro de la universidad. Además, el acceso externo hacia Internet se realiza mediante un enlace WAN de 3 Mbps que gradualmente se planea ampliar a 6 Mbps y que interconecta la red de la universidad con su Proveedor de Servicio de Internet (ISP), que en este caso es Telecom y un nuevo enlace de 3Mbps con la ETB (Empresa de Telecomunicaciones Bogotá).

Figura 1. Descripción topología física de la red de la Universidad.



Generalmente los segmentos están asociados a oficinas, grupos de trabajo, salas de cómputo, laboratorios, entre otros. Cada uno de los segmentos está interconectado al nodo

intermedio mediante cable UTP categoría 5 y 5E que permiten manejar velocidades de transmisión de datos de 10 y 100Mbps, dependiendo del estado del enlace, la tarjeta de red (NIC) y la capacidad del dispositivo conectado.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE RED DE LA SALA DE REDES DE DATOS

La Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones cuenta con una sala de computadores destinadas al desarrollo de las prácticas de laboratorio de la asignatura de Redes de Computadores ubicada en el Edificio de Alta Tensión, que cuenta con los dispositivos y equipos de cómputo fundamentales en una red de datos.

La sala posee 16 computadores marca DELL, referencia Optiplex 260, conectados entre sí y a la red externa de la Universidad Industrial de Santander gracias a un switch departamental Cajun P333R.

Los dispositivos de red y equipos de cómputo disponibles en esta sala se describen a continuación con algunas de sus características más destacadas.

1.2.1 SWITCHES

1.2.1.1 Switch enrutador Cajun P333R de marca Lucent Technologies

El sistema apilable Cajun P333R Switching proporciona funcionalidad modular y densidad de puertos. Su modularidad y su capacidad le dan la base para la creación de una red. Soporta la implementación de redes virtuales (VLANs), realiza enrutamiento a nivel de la capa tres del modelo OSI, por lo cual provee un mecanismo para movilizar datos entre las redes virtuales.

Se trata de un dispositivo altamente administrable, esta tarea se puede realizar vía interfaz web, o con los procedimientos tradicionales, TELNET, Hyperterminal

Figura 2. Switch Cajun P333R.



- **Especificaciones**

- 24 puertos de 10/100 Mbps Ethernet.
- Un puerto de fibra Gigabit Ethernet.
- Sub – módulos de expansión para conectividad adicional Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.
- Un conector RJ45/RS232 en la consola del panel frontal para sesiones de terminal y de módem.
- Capacidad para conectar hasta 10 Switches Cajun P330 apilados.
- Un módulo de fuente de alimentación de respaldo que soporta hasta 4 switches apilados.
- Una dirección IP virtual para el manejo de la pila completa conformada por switches.
- Conexión vía Telnet a la dirección IP del switch maestro de la pila o directamente a la IP del enrutador.

1.2.1.2 Switch enrutador Cajun P550 de marca Lucent Technologies

El Cajun P550 Gigabit Switch y el Cajun P550 Routing Switch son los miembros insignia en la familia de productos de redes Gigabit Ethernet de Lucent Technologies, soportando

los requerimientos exigidos en las redes de computadores, como: mayor ancho de banda, eliminación de embotellamiento, mejor manejabilidad y soporte multimedia.

Figura 3. Switch Cajun P550.



- **Especificaciones**

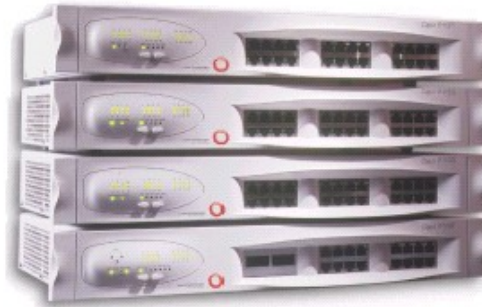
- Capacidad de multicapa en sistemas de Ethernet conmutado.
- Dos puertos para Gigabit-speed Ethernet, 100Base-FX y 10/100Base-TX.
- Módulos capa 2 y multicapa (capa 2 / capa 3).
- Soporte para Clase de Servicio (CoS) y Calidad de Servicio (QoS).
- Interoperabilidad en OpenTrunk para VLAN.
- Dos módulos Ethernet **M5502-1000SX-F** que poseen cada uno 2-Puertos Full-Dúplex 1000Base con soporte capa 2.
- Un módulo **M5501R-SUP** que es un módulo supervisor de repuesto.

1.2.1.3 Switch Cajun P118SX de marca Lucent Technologies

La familia Cajun P110 ofrece la flexibilidad y versatilidad que la hace ideal para cualquier aplicación. Es una solución total para redes pequeñas y medianas, o para lugares remotos de grandes redes. Funciona perfectamente en una variedad de aplicaciones que van del grupo de trabajo al armario (centro) del cableado y el backbone. Cajun P110 es igualmente útil

para manejar cualquier tipo de tecnología, ya sea Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, o ATM.

Figura 4. Switch P118SX.



Especificaciones

- Capacidad para Gigabit Ethernet, Ethernet (10/100 Base-T) y Fast Ethernet (100 Base-T).
- Tasa de transferencia de datos de 1 GHz.
- 24 Puertos Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX, Ethernet 1000Base-SX, Ethernet 1000Base-XD.
- Modos de comunicación Full-Dúplex, Half-Dúplex.

1.2.2 ENRUTADORES

1.2.2.1 Enrutador CISCO serie 1600

La serie Cisco 1600 es la mejor opción para el acceso a datos. Además, es un conjunto de productos flexibles e integrados, diseñado para proporcionar completas soluciones de red a pequeños negocios y sucursales, ya que ofrecen un amplio abanico de características específicamente diseñadas para dichas aplicaciones. Incluye una gran variedad de características de instalación y configuración fáciles de utilizar.

Figura 5. Enrutador CISCO 1600 series.



Especificaciones

- Puertos: uno Ethernet, uno serie y una ranura de tarjeta de interfaz WAN.
- Las interfaces seriales soportan los modos asíncrono y síncrono.
 - El modo Asíncrono soporta los siguientes protocolos WAN:
 - ✓ Point-to-Point Protocol (PPP)
 - ✓ Serial Line Internet Protocol (SLIP)
 - El modo síncrono soporta los siguientes servicios y protocolos WAN:
 - ✓ Frame Relay
 - ✓ X.25
 - ✓ Switched Multimegabit Data Service (SMDS)
 - ✓ Point-to-Point Protocol (PPP)
 - ✓ High-Level Data Link Control (HDLC)
 - ✓ Link Access Procedure, Balanced (LAPB)
 - ✓ IBM Systems Network Architecture (SNA)
- Conexión entre redes LAN con redes WAN a través de una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).
- Seguridad avanzada, incluyendo un cortafuegos integrado opcional, cifrado, y software de Redes Privadas Virtuales (VPN).

1.2.2.2 Enrutador CISCO serie 1700

Los enrutadores de la serie Cisco 1700 están diseñados para proveer una plataforma integrada para pequeñas y medianas empresas. Proporcionan flexibilidad y manejabilidad para igualar los requerimientos más exigentes, así como la integración de multiservicios como datos/voz/video/fax, conexión a Internet de banda ancha de alta velocidad, y extensas soluciones de seguridad.

Figura 6. Enrutador CISCO 1700series.



Especificaciones

- Un puerto 10/100Mbps Ethernet.
- Soporte para Redes Virtuales (VLAN).
- Funciones para Redes Privadas Virtuales (VPN).
- Cortafuegos integrado.
- Comunicaciones digitales y análogas para aplicaciones de voz.
- Soporta una combinación de cualquiera de las siguientes interfaces WAN: ISDN BRI, 56-kbps DSU/CSU, FT1/T1 DSU/CSU, high-speed serial, dual-serial, ADSL, G.SHDSL, y Ethernet.

1.2.3 SERVIDORES

1.2.3.1 Servidor Power Edge400SC de marca Dell

Los servidores de la línea PowerEdge están diseñados para ofrecer un alto desempeño, máxima confiabilidad y fácil manejo. El resultado es un sistema que se diseña para ejecutar los sistemas operativos de servidor de alto desempeño con un costo reducido. Se disponen de dos tipos de servicios: *Servicios Constantes* y *Servicios Temporales*.

Los *Servicios Constantes* son aquellos que se mantendrán en funcionamiento en todo momento y tienen como fin prestar un servicio confiable a los usuarios permanentes. Estos servicios se podrán acceder desde dentro y fuera del campus Universitario.

- ***Servidor Web***: Este servicio hace uso del Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP). Atiende peticiones por el puerto estándar.
- ***HTTPS***: Servidor Web Seguro. Se utilizará para administración del servidor y para acceso seguro al correo electrónico a través de una interfase web.
- ***SMTP***: Servidor de correo saliente. Atiende peticiones por los puertos 25 y 465.
- ***IMAPS***: Servidor de correo entrante. Atiende peticiones por el puerto 993.
- ***SSH***: Se utilizará el protocolo SSH para prestar los servicios de conexión remota y transferencia segura de archivos. Atiende peticiones por el puerto 22.

Los *Servicios Temporales* son aquellos que por sus falencias en el área de la seguridad se convierten en posibles focos de ataques, poniendo en riesgo tanto la información albergada en el servidor como la calidad del servicio. Sin embargo, estos servicios tienen gran importancia de carácter educativo por lo cual podrán ser activados temporalmente por el administrador del servidor para su uso como material docente. Estos servicios sólo recibirán peticiones realizadas desde las subredes asignadas a los Laboratorios de Redes de Computadores de la Especialización en Telecomunicaciones (192.168.45.0 y 192.168.71.0)

y desde la subred de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones (192.168.46.0). Estos servicios son **POP**, **IMAP**, **FTP** y **TELNET**.

Figura 7. Servidor Dell Power Edge400sc.



- **Especificaciones**

- **Procesador:** Intel® Pentium® 4 de 2.8GHz w/512K Cache.
- **Sistema Operativo:** Linux.
- **Monitor:** Dell 17" E551 CRT.
- **Memoria:** 1GB DDR SDRAM a 400MHz.
- **Disco Duro:** IDE de 40GB a 7200 rpm.
- **CD-ROM:** Interna 48X.
- **Tarjeta de Red:** Intel(R) Pro/1000 Integrada.
- **Puertos de E/S:** 4 Puertos USB.
 - 1 Puerto serial.
 - 1 Puerto paralelo.
 - 2 Puertos PS/2 (Teclado y Mouse).
 - Micrófono, salida y entrada estéreo.
- **Unidad de Disco:** 3.5" de 1.44MB.
- **Mouse:** PS/2 Logitech, 2-Botones con Scroll.
- **Teclado:** Windows estándar en español.

1.2.4 TERMINALES

1.2.4.1 Terminales Optiplex GX260 de marca Dell

Los equipos de cómputo de la línea Optiplex están diseñados para ambientes donde el espacio es importante. Además ofrecen características de gran capacidad de procesamiento y excelente desempeño. Con una relación de calidad – precio satisfactoria. Posee el hardware necesario para adaptarse a cualquier tipo de aplicación.

Figura 8. Equipo Dell Optiplex GX260.



- **Especificaciones**

- **Procesador:** Intel® Pentium® 4 de 2.4GHz w/512K Cache.
- **Sistema Operativo:** Windows XP Professional.
- **Monitor:** Dell 17" E551 CRT.
- **Memoria:** 256MB DDR SDRAM a 400MHz.
- **Disco Duro:** IDE de 40GB a 7200 rpm.
- **CD-ROM:** Interna 48X.
- **Tarjeta de Red:** Intel(R) Pro/1000 Integrada.
- **Puertos de E/S:** 4 Puertos USB.

1 Puerto serial.

1 Puerto paralelo.

2 Puertos PS/2 (Teclado y Mouse).

Micrófono, salida y entrada estéreo.

- **Unidad de Disco:** 3.5" de 1.44MB.
- **Mouse:** PS/2 Logitech, 2-Botones con Scroll.
- **Teclado:** Windows estándar en español.

1.2.5 DISPOSITIVOS PARA REDES INALÁMBRICAS.

Actualmente el laboratorio de redes de computadores cuenta con 2 Puntos de Acceso DWL6000 AP D-Link, tres adaptadores DWL 120 D-LINK, dos adaptadores ORINOCO Silver de Lucent Technologies y tres Adaptadores OfficeConnect de 3 COM.

1.2.5.1 Puntos de Acceso

- **Punto de Acceso DWL6000AP de marca D-LINK**

El nuevo Punto de Acceso inalámbrico multimodo DWL-6000AP, pertenece a una generación de puntos de acceso de modo dual que soporta conectividad inalámbrica 802.11a a 54 Mbps y conectividad inalámbrica 802.11b a 22 Mbps. Ofreciendo un avance en el diseño multimodo que promete un ciclo de vida superior del producto y un costo total bajo. Es la solución ideal para el presente y el futuro de las Redes de Área Local Inalámbricas (WLANs).

Figura 9. Punto de Acceso DWL6000AP D-Link.



Especificaciones

- Soporta tasas de transferencia de 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps a 5GHz.
- Soporta tasas de transferencia de 1, 2, 5.5, 11, 22 Mbps a 2.4GHz.
- Totalmente compatible con los estándares de la IEEE 802.11a y 802.11b.
- Soporta encriptación WEP de hasta 256-bit a 2.4GHz y hasta 152-bit con cifrado dinámico avanzado a 5GHz.
- Utiliza Espectro Disperso de Secuencia Directa (DSSS) y Código Convolutacional de Paquete Binario (PBCC) a 2.4GHz.
- Utiliza Multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM) a 5GHz.
- Configuración basada en navegador Web de fácil uso.

1.2.5.2 Adaptadores

- **Adaptadores DWL 120 de marca D-LINK**

Los productos inalámbricos D-Link están basados en los estándares de la industria que proporcionan un uso fácil y compatibilidad con conectividad inalámbrica de alta velocidad en el hogar y la oficina.

Figura 10. Adaptador DWL120 D-LINK.



Especificaciones

- Compatibilidad con el estándar IEEE 802.11b.
- Soporta las arquitecturas de red en modo Ad-Hoc (Punto a punto sin punto de acceso) y modo infraestructura (Comunicaciones para redes cableadas vía punto de acceso con roaming).
- Utiliza Espectro Disperso de Secuencia Directa (DSSS) en el rango de frecuencia de 2.4 – 2.4835 GHz.
- Soporta encriptación WEP de 64/128-bit.
- Compatibilidad Wi-Fi.
- Soporta tasas de transferencia de 1, 2, 5.5, 11 Mbps a 2.4GHz.
- Maneja los protocolos TCP/IP, IPX/SPX, NetBEUI, NDIS5.1, DHCP.
- Control de Acceso al Medio CSMA/CA con ACK.
- Rango de cobertura indoors de 70m y outdoors de 300m.

• Adaptadores USB Client SILVER de Marca ORiNOCO

ORiNOCO permite conectar un computador a un sistema de Red de Area Local (LAN) desde cualquier lugar dentro del área de cobertura inalámbrica. La expansión o el rediseño de la red se hace sencillo, agregando o reubicando el Punto de Acceso.

Figura 11. Adaptador Orinoco Silver.



Especificaciones

- Compatibilidad con el estándar IEEE 802.11b.
 - Soporta modo de arquitectura de red inalámbrica Ad-Hoc e Infraestructura.
 - Soporta encriptación WEP de 64/128-bit.
 - Posee un mecanismo automático de selección de tasa de transferencia en transferencias de 1, 2, 5.5, 11 MBps.
 - Total compatibilidad con sistemas inalámbricos basados en tecnología de Espectro Disperso de Secuencia Directa (DSSS).
 - Compatibilidad Wi-Fi.
 - Control de Acceso al Medio CSMA/CA con ACK.
 - Rango de cobertura entre 25m y 160m.
-
- **Adaptadores OfficeConnect USB Adapter de marca 3COM**

Este adaptador inalámbrico de 3COM es una solución plug-and-play versátil para computadores de escritorio y portátiles. Proporciona conexiones inalámbricas seguras con cifrado WEP. Su instalación y configuración es sencilla.

Figura 12. Adaptador 3COM USB.



Especificaciones

- Compatibilidad con el estándar IEEE 802.11b.
- Soporta modos de arquitectura de red inalámbrica como Ad-Hoc e Infraestructura.
- Soporta encriptación WEP de 40 y 128-bit.
- Compatibilidad Wi-Fi.
- Soporta tasas de transferencia hasta 11 Mbps.
- Rango de cobertura hasta 300m.

1.2.6 DISPOSITIVOS PARA REDES DE COMUNICACIONES

- Un ArgentPhone de Marca Lucent Technologies que actúa como un socket maestro con salidas RJ45 en su parte frontal, las cuales permiten la conexión a un sistema cableado estructurado. Permite a su vez trabajar con teléfonos análogos estándar.

Posee las siguientes características:

- ✓ Un extenso sistema telefónico de hasta 106 extensiones.
- ✓ Correo de Voz y aplicaciones de telefonía.
- ✓ El enrutador de datos suministra seguridad e Internet a alta velocidad.

- ✓ Habilita la conexión por marcado telefónico para trabajadores caseros y empleados móviles.

Figura 13. ArgentPhone de Lucent Technologies.



- Un ArgentBranch de Marca Lucent Technologies, es un dispositivo que permite conectar a ISDN y a servicios de líneas alquiladas. Trae integrado un hub LAN de 10/100 Mbps para conectividad a los hubs y a los switches de la LAN existente.

Figura 14. ArgentBranch de Lucent Technologies.



2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

2.1 ¿QUÉ ES UNA RED DE COMPUTADORES?

Una red es un sistema de interconexión entre computadores y otros dispositivos que permite compartir recursos y datos. Para ello es necesario contar, además de los computadores correspondientes, con las tarjetas de red, los cables de conexión, los dispositivos periféricos y el software conveniente.

Se pueden distinguir varias clases de redes en función de su cobertura.

- **PAN (Personal Area Network)** Su extensión está limitada a una oficina aunque su uso está orientado a dispositivos informáticos que una persona puede llevar incorporados a su vestimenta o en su cuerpo, conectados entre sí o con otras redes, por lo cual el rango de cobertura abarca aproximadamente $1m^2$, la tecnología predominante es la inalámbrica como es el caso de bluetooth, IEEE 802.15 y HomeRF
- Si se conectan todos los computadores dentro de un mismo edificio, se habla de una **LAN (Local Area Network)**. Las principales tecnologías usadas en esta clase de redes son: Ethernet, Token ring, ARCNET y FDDI. Su extensión no excede 1Km. Se caracteriza por manejar altas velocidades de transmisión, en su mayoría operan por difusión.
- Si se trata de una conexión entre edificios diferentes distribuidos en distancias no superiores al ámbito urbano, se denomina **MAN (Metropolitan Area Network)**. Tiene una cobertura de aproximadamente 10Km; otro motivo para diferenciarla entre las otras clases de redes es que desde su comienzo se tomó un estándar específico que la caracterizaba, llamado DQDB (Distributed queue dual bus o bus dual de cola

distribuida) o IEEE 802.6. Actualmente no todas las MAN utilizan este estándar, sino que ha ampliado a tecnologías usadas en las LAN y WAN como Ethernet, Frame relay y ISDN entre otras.

- Si están instalados en edificios diferentes de distinta localidad o país, se denomina **WAN (Wide Area Network)**. El sistema de conexión para estas redes normalmente involucra a redes públicas de transmisión de datos. Su extensión comprende desde 10Km en adelante.

La aplicación de las tecnologías inalámbricas en redes, ha permitido diferenciar entre las redes cableadas y redes inalámbricas, estas últimas también se clasifican de acuerdo a su cobertura en:

- **WLANs (Wireless Local Area Network)**. Estas redes inalámbricas están basadas en la transmisión de datos mediante ondas de radio, microondas, satélites o infrarrojos.
- **WMANs (Wireless Metropolitan Area Network)**. Caracterizadas por la unión de WLANs

Según la conexión de los nodos la clasificación de las redes es:

- **Redes punto a punto.** Constituyen este tipo de red las conexiones exclusivas entre terminales y computadores con una línea directa. La ventaja de este tipo de conexión se encuentra en la alta velocidad de transmisión que soporta y la seguridad que presenta al no existir conexión con otros usuarios. Un inconveniente mayor es su costo.
- **Redes punto a multipunto.** Unión de varios terminales a su correspondiente computador compartiendo una única línea de transmisión. Es mas barata que la anterior, aunque se pierde velocidad y seguridad.

2.2 VENTAJAS DE LAS REDES DE COMPUTADORES

Entre las ventajas de utilizar una red se encuentran:

- Posibilidad de compartir periféricos costosos como son: impresoras láser, módem, fax, etc.
- Posibilidad de compartir grandes cantidades de información a través de distintos programas, bases de datos, etc., de manera que sea más fácil su uso y actualización.
- Reduce e incluso elimina la duplicidad de trabajos.
- Permite utilizar el correo electrónico para enviar o recibir mensajes de diferentes usuarios de la misma red en incluso de redes diferentes.
- Permite mejorar la seguridad y control de datos que se utiliza, permitiendo la entrada de determinados usuarios, accediendo únicamente a cierta información o impidiendo la modificación de diversos datos.
- Reducción de costos, desplazamiento y envío de correspondencia.

Inicialmente, la instalación de una red se realiza para compartir los dispositivos periféricos u otros dispositivos de salida costosos, por ejemplo, las impresoras láser, los fax, etc. Pero a medida que va creciendo la red, el compartir dichos dispositivos pierde relevancia en comparación con el resto de las ventajas. Las redes enlazan también a las personas o grupos de trabajo proporcionando una herramienta efectiva para la comunicación a través del correo electrónico o mensajes instantáneos a través de la red.

2.3 TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN

Entre las más comunes están: banda base y banda ancha.

2.3.1 BANDA BASE

Es el método más común dentro de las redes locales. Transmite las señales en forma digital sin emplear técnicas de modulación, en cada transmisión se utiliza todo el ancho de banda y, por tanto, sólo puede transmitir una señal.

Está especialmente indicada para cortas distancias, ya que en grandes distancias se producirían ruidos e interferencias (pueden utilizarse repetidores que vuelven a regenerar la señal).

Los elementos de conexión que se pueden utilizar son: el cable de par trenzado y el cable coaxial de banda base.

2.3.2 BANDA ANCHA

Consiste en transmitir las señales en forma digital modulando la señal sobre ondas portadoras que pueden compartir el ancho de banda del medio de transmisión mediante multiplexación por división de frecuencia. Es decir, actúa como si en lugar de un único medio se estuvieran utilizando líneas distintas. El ancho de banda depende de la velocidad de transmisión de los datos. Este método hace imprescindible la utilización de un módem para poder modular y demodular la información.

La distancia máxima puede llegar hasta algunos miles de kilómetros utilizando fibra y permite usar además los elementos de conexión de la red para transmitir otras señales distintas de las propias de la red como pueden ser señales de televisión o señales de voz.

Los elementos de conexión que se pueden utilizar son: el cable coaxial de banda ancha y el cable de fibra óptica.

2.4 TOPOLOGÍAS DE RED

Se denomina topología a la forma geométrica en que están distribuidas las estaciones de trabajo y los cables que las conectan.

Las estaciones de trabajo de una red se comunican entre sí mediante una conexión física, y el objeto de la topología es buscar la forma más económica y eficaz de conectarlas, buscando garantizar la fiabilidad del sistema, disminuir los tiempos de espera en la transmisión de los datos, permitir un mejor control de la red y manejar de forma eficiente el aumento de las estaciones de trabajo.

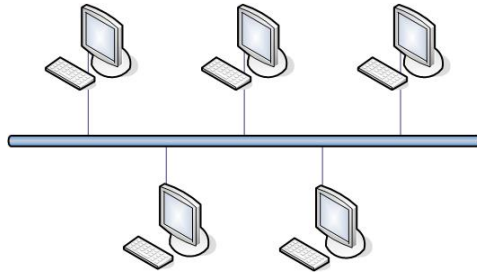
Las redes locales conectan computadores utilizando tipos de configuraciones de cableado que dependen del tipo de cable usado y de los protocolos utilizados por los equipos. Las topologías más comunes son las siguientes:

2.4.1 CONFIGURACIÓN EN BUS

Consiste en que todos los computadores están unidos por un único segmento de cable. Cada señal transmitida por un computador viaja a lo largo de la red en ambas direcciones hasta todos los demás. Los dos extremos de la red en bus deben terminar en resistencias eléctricas que anulen los voltajes que lleguen a ellas, de modo que no vuelvan señales reflejadas en dirección opuesta. La primera desventaja de la topología en bus es que un fallo del cable en cualquier punto, divide la red en dos e impide que se comuniquen sistemas que estén en lados opuestos del punto de interrupción. Además, la falta de terminación apropiada en los extremos de las dos mitades impide que los computadores que sigan conectados se comuniquen correctamente. Encontrar un defecto de conexión en una red grande de tipo

bus puede ser problemático y llevar mucho tiempo. La mayor parte de las redes de cable coaxial como las originales redes Ethernet, utilizan topología de bus.

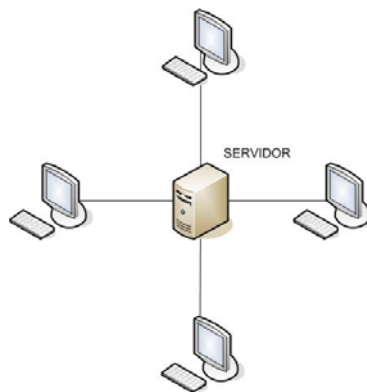
Figura 15. Topología en Bus.



2.4.2 CONFIGURACIÓN EN ESTRELLA

Usa un cable distinto para cada computador, que llega hasta un nexo central llamado hub o concentrador. El concentrador propaga las señales que entran por cualquiera de sus puertos hacia todos los demás puertos, Los concentradores también amplifican las señales que propagan, permitiendo que viajen a distancias más largas sin degradarse. Una red de estrella es más tolerante a fallos que una en bus porque una interrupción en un cable afecta solamente al dispositivo al que está conectado el cable, no a la totalidad de la red. La mayor parte de los protocolos de red utilizados con cable de par trenzado, tales como Ethernet 10Base-T y 100Base-T usan topología en estrella.

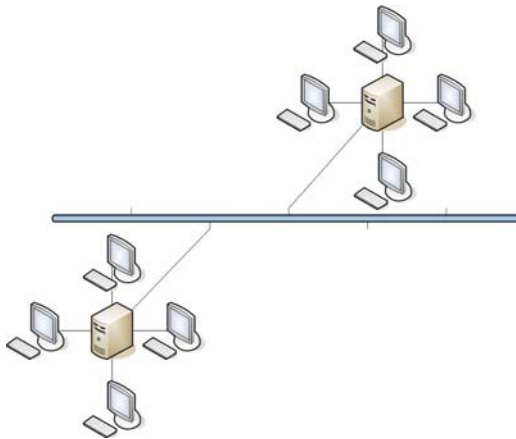
Figura 16. Topología en Estrella.



2.4.3 CONFIGURACIÓN BUS EN ESTRELLA

Es un método para expandir el tamaño de una red local más allá de lo posible con una estrella única. En esta topología, se unen varias redes en estrella usando un cable en bus para conectar sus concentradores. Nuevamente, todo computador puede comunicarse con cualquier otro de la red porque cada uno de los concentradores transmite el tráfico entrante tanto hacia el puerto conectado a un segmento de tipo bus como hacia los otros puertos conectados a segmentos tipo estrella. La red de bus en estrella, que se diseñó para expandir las redes Ethernet 10Base-T, se ve muy raramente hoy en día debido a las limitaciones de velocidad de las redes de bus con cable coaxial, que pueden hacer cuello de botella degradando el rendimiento de tecnologías más rápidas, como las redes en estrella Fast Ethernet.

Figura 17. Topología Bus en Estrella.

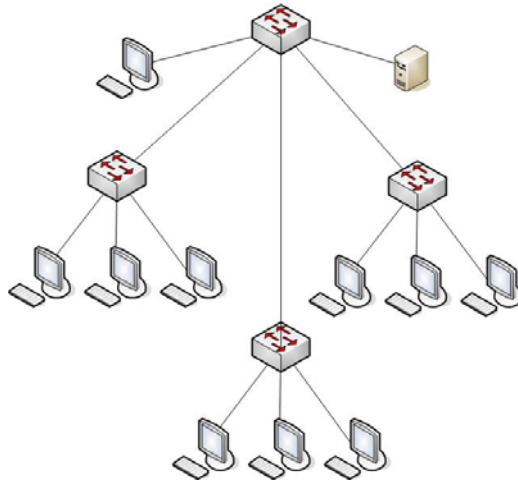


2.4.4 CONFIGURACIÓN EN ESTRELLA JERÁRQUICA

Es el método más común de expansión de una red en estrella más allá de las capacidades del concentrador original. Cuando todos los puertos del concentrador están utilizados y hay que conectar más computadores a la red, se puede conectar el concentrador original a un segundo concentrador, usando un cable a un puerto especial diseñado para este propósito. El tráfico que llega a cualquier concentrador se propaga entonces hacia los demás

concentradores, así como a los computadores conectados al concentrador. El número de concentradores que puede soportar una red local depende del protocolo que utilice.

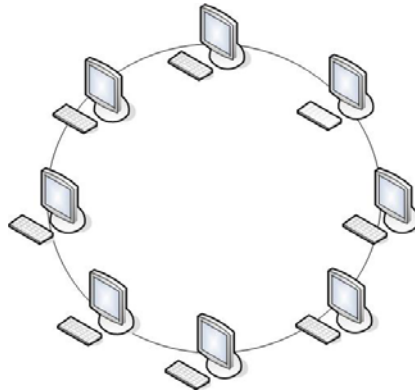
Figura 18. Topología en Estrella Jerárquica.



2.4.5 CONFIGURACIÓN EN ANILLO

Es funcionalmente equivalente a una topología en bus con los dos extremos conectados entre sí, de modo que las señales viajan de un computador al siguiente en una propagación circular. Sin embargo, la comunicación en anillo no es un concepto físico, sino lógico. La red física está cableada en realidad usando una topología en estrella y un concentrador especial, llamado *Unidad de Acceso Multiestación (MAU)*, implementa el anillo lógico transmitiendo cada señal entrante solamente al siguiente puerto del anillo, en lugar de a todos los puertos como en el concentrador en estrella. Cada computador, al recibir la señal entrante, la procesa, si es pertinente, y la envía de vuelta al concentrador para que se transmita a la siguiente estación del anillo. Con esta disposición, los sistemas que transmiten señales a la red deben eliminarlas después de que ha atravesado todo el anillo. Las redes configuradas con topología en anillo pueden utilizar diferentes tipos de cable. Las redes Token Ring, por ejemplo, usan cable de par trenzado, mientras que las redes FDDI utilizan fibra óptica.

Figura 19. Topología en Anillo.

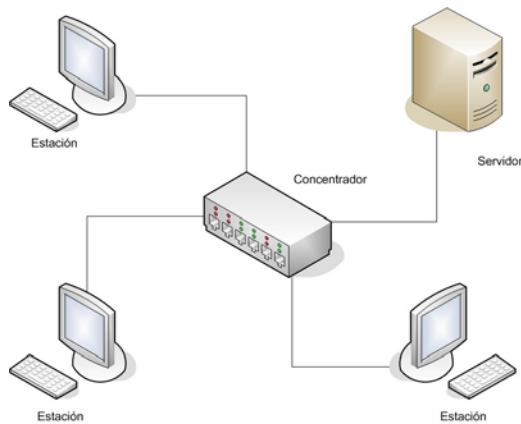


2.5 TOPOLOGÍA FÍSICA Y LÓGICA

Todas las configuraciones vistas hasta ahora son llamadas topologías físicas porque describen cómo está extendido el cableado. Además, cada red designa una topología lógica que describe la red desde la perspectiva de las señales que viajan a través de ella.

Un diseño de red puede tener distinta topología física y lógica, es decir, la forma en que esté cableada una red no tiene por qué reflejar necesariamente la forma en que viajan las señales a través de ella.

Figura 20. Disposición física de configuración en estrella.



En la anterior figura se muestra una disposición física de configuración en estrella. Cada estación envía y recibe señales de todas las estaciones y son transmitidas a todas ellas, es decir, actúa igual que si estuviera en una configuración en bus. Por tanto, es una topología física de estrella que funciona como una topología lógica en bus.

Muchas redes nuevas utilizan este modelo ya que es fácil de modificar la situación de cada estación sin perjuicio para la red entera, además, incrementa las posibilidades de detección de problemas físicos de red.

2.6 TIPOS DE TECNOLOGIAS DE RED

Hay distintos tipos de tecnologías de Redes de Área Local (LAN), por lo que se pueden realizar múltiples combinaciones al seleccionar el tipo de cableado, la topología, los protocolos utilizados, aplicaciones y conectividad con otras redes ya sea LAN o WAN. Estos factores van a determinar la arquitectura de la red local.

Sin embargo, la tecnología para LAN que se ha impuesto para implementación es definitivamente Ethernet, otra tecnología conocida es Token ring aunque hoy su referencia se ha reducido al ámbito académico.

2.6.1 ETHERNET

Ethernet es la tecnología LAN más usada, que resulta ideal para aquellos casos en los que se necesita una red local que necesite deba transportar tráfico esporádico y ocasionalmente pesado a velocidades muy elevadas. Las redes Ethernet se implementan con una topología física de estrella y lógica de bus, y se caracterizan por su alto rendimiento a velocidades de 10, 100, 1000, y 10000 Mbps.

El protocolo Ethernet proporciona una interfaz unificada al medio de red que permite a un sistema operativo transmitir y recibir varios protocolos del nivel de red de forma simultánea. Al igual que la mayor parte de los protocolos del nivel de enlace que se utilizan en redes de área local, Ethernet es, en términos técnicos, no orientado a conexión y no fiable. Ethernet realiza todo lo posible para transmitir datos al destino especificado, pero no existe ningún mecanismo que garantice una entrega correcta. En lugar de eso, ciertos servicios, como la entrega garantizada, son responsabilidad de los protocolos que operan en los niveles superiores del modelo OSI, en función de si los datos así lo requieren.

Tal como se define en el estándar de Ethernet, el protocolo consta de tres componentes esenciales:

- Una serie de directivas del nivel físico que especifican los tipos de cable, las limitaciones de cableado y métodos de señalización para las redes Ethernet.
- Un formato de trama que define el orden y las funciones de los bits transmitidos en un paquete Ethernet.
- Un mecanismo de control de acceso al medio denominado Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (CSMA-CD), que permite que todos los computadores de la red dispongan de un acceso equitativo al medio de red.

Desde el punto de vista del producto, el protocolo Ethernet consta de los adaptadores de red instalados en los computadores, normalmente en forma de tarjetas de red, los controladores de los adaptadores de red que utiliza el sistema operativo para comunicarse con ellos y los concentradores y cables utilizados para conectar los computadores. A la hora de comprar adaptadores de red y concentradores, hay que comprobar que todos admiten los mismos estándares de Ethernet para que puedan trabajar juntos.

Ethernet presenta algunas variantes que se describen a continuación:

- **Fast Ethernet:** Está basada en la tecnología Ethernet, es un estándar internacional abierto (IEEE 802.3u). y cuenta con las siguientes variaciones que le permiten transmitir a una velocidad de 100Mbps:
 - Está construida con hubs distribuidos que utilizan líneas dedicadas para cada computador.
 - Los cables utilizados son: 100BaseTX, 100BaseFX, y 100BaseT4.
 - Necesita tarjetas de red específicas para la velocidad de transmisión de 100Mbps

Al igual que la arquitectura Ethernet, usa el protocolo CSMA/CD, tiene tasas de transferencia a la hora de recibir y enviar hasta de 12.1MBytes por segundo, modo Full Duplex y auto negociación.

- **Gigabit Ethernet:** Es el protocolo de la familia ethernet que alcanza la velocidad de 1000 Mbps. El estándar correspondiente es el IEEE 802.3z. Los medios físicos que lo soportan son el par trenzado de categoría 5 y la fibra óptica monomodo y multimodo soportando los modos de full y half-duplex.

Sigue utilizando el mecanismo de control de acceso CSMA/CD. Es utilizada en conexiones a nivel de *backbone* y para aplicaciones donde se requiera gran ancho de banda. La aceleración de la velocidad de transmisión fue resultado de mezclar los estándares 802.3 y el ANSI X3 T11 Fiber Channel. Una adición de gigabit ethernet es conocida como "frame bursting" que consiste en permitir a una estación transmitir una ráfaga de frames sin ceder el control.

El modo full duplex se está utilizando principalmente en los equipos de mayor capacidad como switches, grandes servidores o enrutadores, dicha capacidad da la

opción de incrementar el ancho de banda a 2 Gbps para enlaces punto a punto y de eliminar el control de flujo CSMA/CD ya que no existen colisiones.

2.6.2 TOKEN RING

Token ring es la alternativa tradicional al protocolo Ethernet en el nivel de enlace de datos. IBM fue el desarrollador original de Token Ring y se normalizó en el documento 802.5 del IEEE, por lo que, al igual que ocurre con Ethernet, existen estándares del protocolo ligeramente divergentes. Sin embargo los productos actualmente en el mercado suelen ajustarse a las especificaciones del IEEE.

La mayor diferencia entre Token Ring y Ethernet radica en el mecanismo de control de acceso al medio. Para transmitir sus datos, una estación de trabajo debe ser portadora del testigo (*token*), un paquete especial que circula, por turnos, entre todos los nodos de la red. Solamente la estación que posee el testigo puede transmitir, después de lo cual pasa el testigo al siguiente sistema. Esto elimina toda posibilidad de que se produzcan colisiones en una red que funcione correctamente, así como la necesidad de un mecanismo de detección de colisiones.

2.7 PROTOCOLOS Y ESTÁNDARES

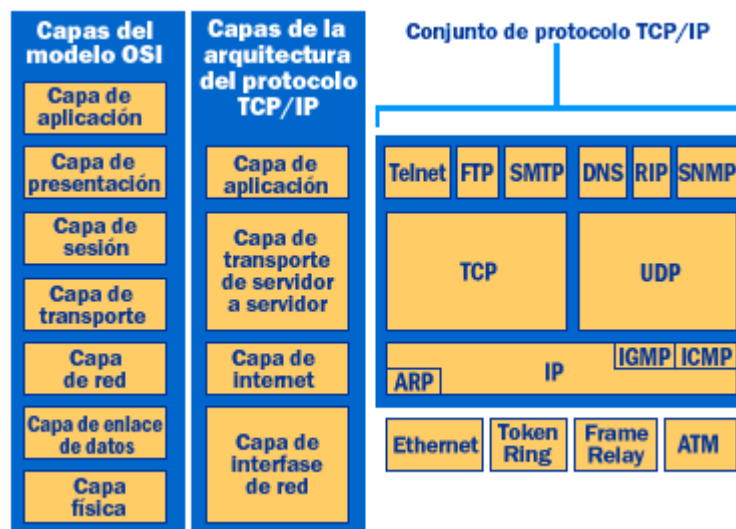
2.7.1 PROTOCOLOS

Los protocolos, que definen las comunicaciones, son conjuntos de reglas estandarizadas que tienen en común los elementos de una red. Estos protocolos definen cada parte del proceso de comunicación, desde las señales transmitidas por los cables de red hasta los mecanismos que permiten que las aplicaciones de estaciones diferentes intercambien mensajes. Los computadores de una red funcionan con una serie de protocolos, denominada *pila de protocolos*, que abarcan desde el interfaz de usuario de las aplicaciones en la parte

alta hasta el interfaz de la red física en la base. La pila se divide tradicionalmente en siete niveles o capas. El modelo de referencia, denominado *Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI)*, define las funciones de cada nivel y el modo en que los niveles trabajan conjuntamente para proporcionar comunicaciones.

Sin embargo, para el desarrollo del contenido de la asignatura se ha tomado como base la *Arquitectura del Protocolo TCP/IP*, el cual presenta cuatro capas que corresponden a uno o más niveles del modelo de referencia OSI. Esto se ilustra en la siguiente figura.

Figura 21. Arquitectura del protocolo TCP/IP.



A continuación se mencionan las diferentes capas de la Arquitectura del Protocolo TCP/IP, con algunos de los protocolos más comúnmente conocidos:

- **Capa de Interfase de Red**

La Capa de Interfase de Red es responsable de ubicar los paquetes TCP/IP en y de igual manera recibir los paquetes TCP/IP del medio físico. TCP/IP fue diseñado para ser independiente del método de acceso a la red, el formato de las tramas, y el medio. De esta manera, TCP/IP puede ser usado para conectar diferentes tipos de redes. Estas incluyen

tecnologías LAN como Ethernet, Token Ring, Tecnologías WAN como X.25 y Frame Relay. La independencia de cualquier tecnología de red específica le da a TCP/IP la habilidad de ser adaptado a nuevas tecnologías como la Modo de Transferencia Asíncrono (ATM).

La Capa de Interfase de Red comprende a las Capas de Enlace de Datos y Física del Modelo OSI. Hay que notar que la Capa de Internet no aprovecha los servicios de secuenciamiento y reconocimiento que podrían estar presentes en la Capa de Enlace de Datos. Se asume una la Capa de Interfase de Red no confiable, y la comunicación confiable es responsabilidad de la capa de transporte, a través del establecimiento de la sesión y la confirmación de paquetes.

- **Capa de Internet**

La Capa de Internet es responsable de las funciones de direccionamiento, empaquetamiento y enrutamiento. El núcleo de protocolos de la Capa de Internet son IP, ARP, ICMP, RIP e IGMP.

El *Protocolo de Internet (Internet Protocol, IP)* es un protocolo enrutable responsable del direccionamiento, enrutamiento y fragmentación y ensamble de los paquetes.

El *Protocolo de Resolución de Direcciones (Address Resolution Protocol, ARP)* es el responsable por la resolución de las direcciones de la Capa de Internet la dirección de la Capa de Interface de Red, así como las direcciones de hardware.

El *Protocolo de Control de Mensajes de Internet (Internet Control Message Protocol, ICMP)* es responsable de suministrar funciones de diagnóstico y reporte de errores debidos a entregas no exitosas de paquetes IP.

El *Protocolo de Información de Enrutamiento (Routing Information Protocol, RIP)* es un protocolo de enrutamiento que emplea enrutadores para intercambiar información de enrutamiento en una interred IP.

- **Capa de Transporte**

La Capa de Transporte (también conocida como la capa de transporte de servidor a servidor) es responsable de proporcionar a la Capa de Aplicación con servicios de comunicación de sesión y datagrama. El núcleo de protocolos de la Capa de Transporte son el *Protocolo de Control de Transmisión (TCP)* y el *Protocolo de Datagramas de Usuario (UDP)*.

TCP suministra un servicio de comunicación confiable, uno a uno, orientado a conexión. TCP es responsable por el establecimiento de una conexión TCP, la secuencia y el reconocimiento de los paquetes enviados, y la recuperación de los paquetes perdidos durante la transmisión.

UDP provee un servicio de conexión no confiable, uno a uno, o uno a varios. UDP es utilizado cuando la cantidad de datos a ser transferidos es pequeña (de esta manera los datos serían ajustados a un único paquete), cuando la carga de establecer la conexión no es deseable, no se emplea cuando las aplicaciones o las capas de protocolos superiores solicitan una entrega confiable.

La Capa de Transporte comprende las responsabilidades de la Capa de Transporte OSI y algunas de las responsabilidades de la Capa de Sesión OSI.

- **Capa de Aplicación**

La Capa de Aplicación proporciona a las aplicaciones la habilidad de acceder a los servicios de las otras capas y define los protocolos que las aplicaciones usan para el

intercambio de datos. Existen muchos protocolos de la Capa de aplicación y nuevos protocolos están siendo desarrollados.

Los protocolos de la Capa de Aplicación más ampliamente conocidos son los empleados para el intercambio de información de los usuarios.

El *Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HyperText Transfer Protocol, HTTP)* es empleado para transferir archivos que constituyen las páginas web.

El *Protocolo de Transferencia de Archivos (File Transfer Protocol, FTP)* es usado para transferencias interactivas de archivos.

El *Protocolo Simple de Transferencia de Correo (Simple Mail Transfer Protocol, SMTP)* es utilizado para la transferencia de mensajes de correo.

TELNET, un protocolo de emulación de terminal, es utilizado para el inicio de sesiones remotas en servidores de red.

Además, los siguientes protocolos de la Capa de Aplicación ayudan a facilitar el uso y la administración de redes TCP/IP.

El *Sistema de Dominios de Nombre (Domain Name System, DNS)* es usado para resolver el nombre de equipo a una dirección IP.

El *Protocolo Simple de Administración de Red (Simple Network Management Protocol, SNMP)* es utilizado entre consolas de manejo de redes y dispositivos de red (enrutadores, puentes, concentradores inteligentes) para recolectar e intercambiar información de manejo de red.

2.7.2 ESTÁNDARES

Los primeros productos de red tendían a ser soluciones propietarias creadas por un único fabricante, pero la interoperatividad se volvió cada vez más necesaria y se formaron organizaciones para desarrollar y ratificar estándares de protocolos de red. La mayor parte de estos organismos son responsables de un gran número de estándares técnicos y de fabricación en muchas disciplinas. Algunos de los organismos dedicados al desarrollo de los estándares son los siguientes:

Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE). Sociedad situada en Estados Unidos, responsable de la publicación del grupo de trabajo IEEE 802, que incluye los estándares que definen los protocolos conocidos comúnmente como Ethernet y Token Ring, así como muchos otros.

International Organization for Standardization (ISO). Federación mundial de organismos de estandarización de más de 100 países, responsable de la publicación del documento del modelo de referencia OSI.

Internet Engineering Task Force (IETF). Un grupo ad hoc de contribuidores y consultores que colaboran para desarrollar y publicar estándares para las tecnologías de Internet, incluyendo los protocolos TCP/IP.

2.8 DISPOSITIVOS DE RED BÁSICOS

Las redes locales se diseñaron originalmente para funcionar solamente con un número relativamente pequeño de computadores, pero las necesidades de las empresas sobrepasaron rápidamente estas limitaciones. Para dar servicio a grandes instalaciones, se desarrollaron productos que permitían a los administradores conectar dos o más redes,

formando lo que se conoce como una interconexión de redes, que es esencialmente una red de redes que posibilita a los computadores de una red comunicarse con los 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 crean una interconexión de redes. Estos dispositivos son los siguientes:

2.8.1 CONCENTRADORES (HUBS)

Un concentrador es un dispositivo que funciona como centro de cableado para una red con topología en estrella. Todo computador está conectado por cable al concentrador central. La función del concentrador consiste en que el tráfico que llega a cualquiera de sus puertos se propague a través de los demás puertos. Según el medio de red, un concentrador utilizará componentes eléctricos, ópticos u otra tecnología para difundir la señal de entrada por los puertos de salida.

2.8.2 REPETIDORES (REPEATERS)

Un repetidor no es más que un dispositivo eléctrico que opera a nivel físico y que extiende la distancia máxima que puede alcanzar un cable de red, amplificando las señales que pasan por él. A los concentradores que se usan en redes de estrella se les llama algunas veces *repetidores multipuertos*, porque tienen capacidad de amplificación de señales integrada en la unidad. Hay también disponibles repetidores autónomos para redes coaxiales que permiten extenderlas a mayores distancias. Usar un repetidor para expandir un segmento de red no la divide en dos redes ni crea una interconexión de redes.

2.8.3 PUENTES (BRIDGES)

Un puente proporciona, además de la función de amplificación de un repetidor, la posibilidad de filtrar selectivamente paquetes basándose en su dirección. Operan en el nivel

de enlace de datos. Los paquetes que se originan a un lado del puente, se propagan al otro lado solamente si están dirigidos a un sistema de ese otro lado. Como los puentes no impiden que los mensajes de multidifusión se propaguen a lo largo de los segmentos de cable conectados al puente, tampoco crean múltiples redes ni transforman una red en una interconexión de redes. Usualmente están restringidos para conectar segmentos de LAN del mismo tipo.

2.8.4 CONMUTADORES (SWITCHES)

Los conmutadores son dispositivos revolucionarios que, en muchos casos, eliminan completamente el medio de transmisión compartido. Un conmutador es esencialmente un repetidor multipuerto, como un concentrador, excepto que en lugar de funcionar en un nivel puramente eléctrico, el conmutador lee la dirección de destino de cada paquete entrante y lo transmite solamente al puerto al que está conectado el sistema destino. Operan al nivel de enlace de datos, aunque existen algunos que realizan operaciones de enrutamiento (nivel de red).

2.8.5 ENRUTADORES (ROUTERS)

Un enrutador es un dispositivo que conecta dos redes para formar una interconexión de redes. Al igual que un puente, un enrutador solamente transmite el tráfico al segmento al que está destinado, pero, a diferencia de los repetidores y los puentes, los enrutadores no transmiten mensajes de multidifusión. Los enrutadores pueden conectar también diferentes tipos de redes entre sí, como Ethernet y Token Ring, mientras que los puentes y los repetidores solamente pueden conectar segmentos del mismo tipo. Operan en el nivel de red.

3. HERRAMIENTAS DE SOFTWARE USADAS DENTRO DE LAS PRÁCTICAS.

Dentro del desarrollo de las prácticas se emplean algunas herramientas de software, unas de distribución gratuita otras son versiones de evaluación, que permiten al estudiante comprender de manera más instructiva muchos de los conceptos que se les desea transmitir.

A continuación se hace una descripción breve de las aplicaciones utilizadas para tal fin mostrando algunas de sus características más importantes.

3.1 ETHEREAL 0.10.4

Ethereal es una aplicación especializada que permite observar el tráfico en una red determinada (sniffer), logrando examinar los paquetes de datos y de esta manera analizar la estructura usada para transmitir datos por la red, teniendo en cuenta la información de control e identificación introducida en cada una de las capas.

Es usado actualmente por profesionales en redes alrededor del mundo con motivos educativos, análisis de protocolos y desarrollo de software. Es de distribución gratuita (freeware) y su código es abierto, es decir, los expertos en programación y redes pueden modificar y mejorar su código fuente, esta característica fortalece y promueve el uso del mismo. Ethereal es desarrollado sobre GNU¹ lo que garantiza que es un software en constante estudio y evolución.

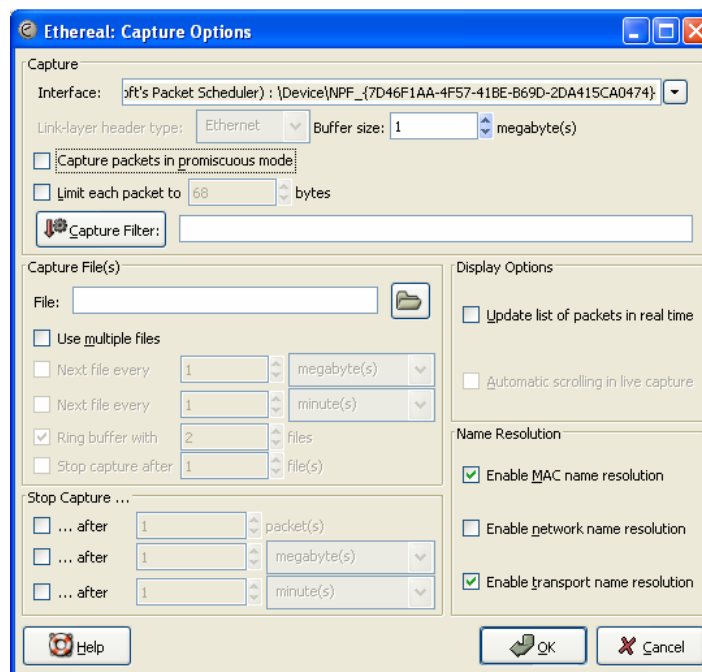
¹ GNU: El Proyecto GNU fue iniciado en 1984 con el propósito de desarrollar un sistema operativo compatible con Unix que fuera software libre. En la actualidad se están desarrollando gran cantidad de sistemas GNU cuyo núcleo es Linux

Las características de este analizador de protocolos van más allá de aquellas que lo definen como un “sniffer” ya que contiene muchas más ventajas y herramientas que hacen de Ethereal un programa único.

Algunas de estas características se mencionan a continuación:

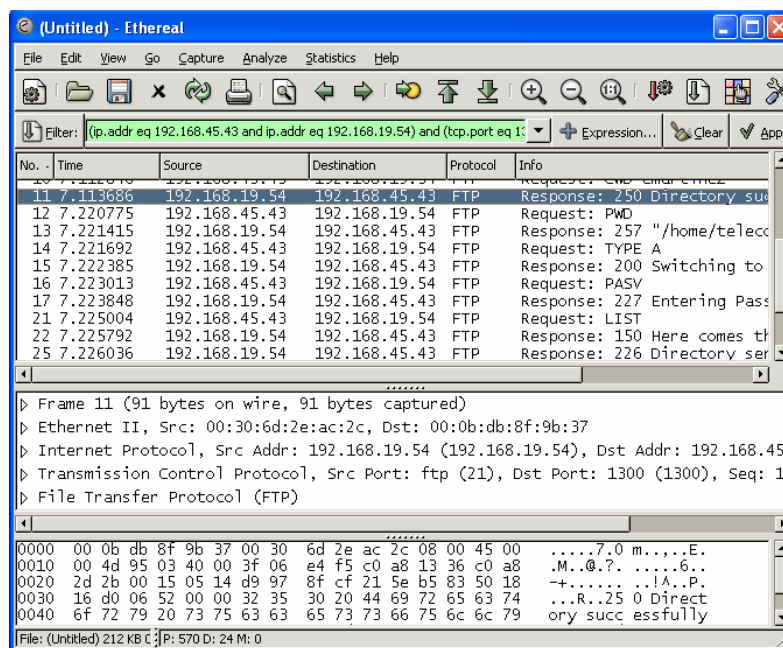
- Hay versiones disponibles para todas las plataformas populares incluyendo Unix, Linux y Windows.
- El análisis de datos se puede realizar simultáneamente con la monitorización de la red o usando un archivo de captura previamente guardado.
- Ethereal permite leer archivos capturados con otros programas similares como son los archivos de tcpdump, NAI's Sniffer™, Sniffer™ Pro, NetXray™, Sun snoop y atmsnoop, Microsoft's Network Monitor, Novell's LANalyzer, RADCOM's WAN/LAN Analyzer, entre otros.

Figura 22. Ethereal: Opciones de Captura.



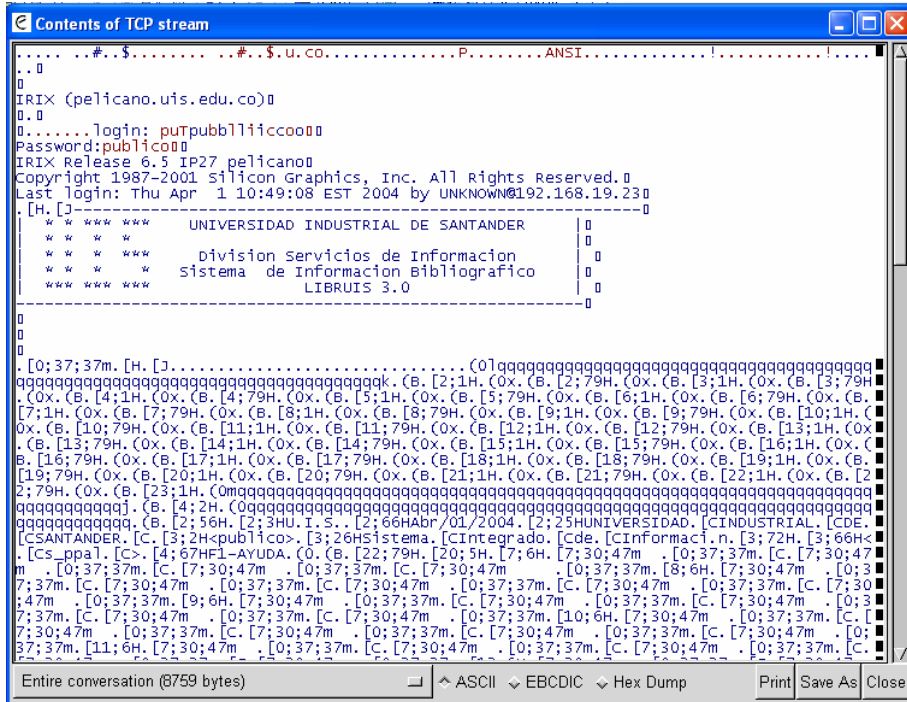
- Distingue aproximadamente 500 protocolos, haciendo más fácil el respectivo análisis de datos ya que permite observar directamente las cabeceras de los respectivos protocolos.
- Contiene un potente lenguaje de filtrado, permitiendo filtrar los datos o paquetes al momento de capturarlos y posteriormente al desplegar la información de la captura.
- Ethereal permite monitorizar diferentes clases de redes independientemente de la tecnología usada por estas, ya sea Ethernet, FDDI, PPP, Token –Ring, IEEE 802.11.
- Una interfaz amigable con el usuario, además proporciona gran cantidad de herramientas para seleccionar y clasificar los datos obtenidos de una gran muestra. Los resultados son visualizados por medio de ventanas, gráficos y cuadros, este hecho sumado a la posibilidad de mostrar detalles de la información presentada constituye una herramienta importante al momento de realizar el análisis correspondiente.

Figura 23. Captura en Ethereal.



- Otra herramienta característica de Ethereal es *Follow TCP Stream*, que realiza una búsqueda de todos los segmentos de una misma cadena/conexión relacionados con un determinado segmento TCP capturado, y luego presenta en una nueva ventana, en modo ASCII o hexadecimal, los datos de la cadena TCP.

Figura 24. Ethereal: Contenido de una cadena de TCP.



La dirección del sitio web oficial que reúne la información relacionada con la herramienta Ethereal es www.ethereal.com.

3.2 GUILDFTPd 0.999.9

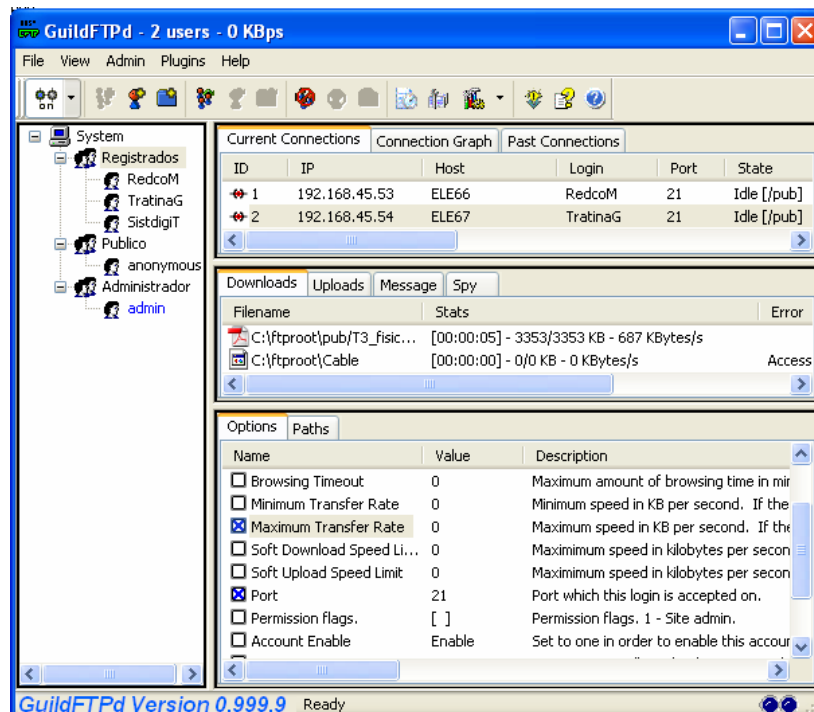
Es un programa de aplicación servidor FTP¹ con una amigable Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) que trabaja bajo ambiente Windows. Contiene todas las características

¹ File Transfer Protocol

representativas de un servidor FTP, además de otras utilidades de bastante uso. Además es de libre distribución.

Desde su interfaz se pueden configurar fácilmente gran parte de los servicios y características del servidor FTP para tener así control sobre directorios, archivos y también sobre los permisos de acceso a diferentes usuarios.

Figura 25. Ventana Principal GuildFTPd

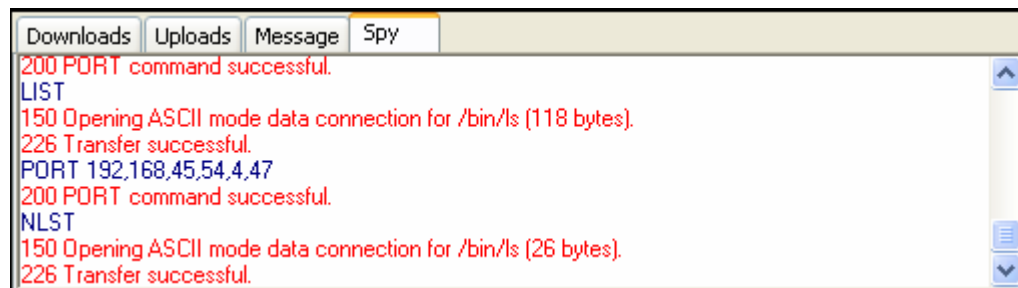


Entre las opciones de configuración que tiene este servidor se destacan:

- Permite la creación de diferentes cuentas que definen a su vez diferentes tipos de usuarios, como es el caso de usuario anónimo y otros usuarios registrados que son creados mediante la asignación de un nombre de usuario y una contraseña.

- Manejo de recursos ofrecidos a los usuarios así como, la velocidad de transferencia de archivos de carga y descarga, disponibilidad de varios puertos, límite de usuarios conectados simultáneamente.
- Envío de mensajes del servidor a los usuarios conectados.
- Dominio del acceso que se tiene al PC servidor, teniendo la facilidad de inspeccionar los movimientos y acciones de los usuarios conectados a los diferentes recursos ofrecidos; está facultado para prohibir acceso de determinado usuario, o dirección IP; incluso expulsarlo inmediatamente de la sesión en la que se encuentra.

Figura 26. Espía de conexiones de GuildFTPd.



- Finalmente permite generar estadísticas y gráficas como un informe en un archivo *.log* de las actividades realizadas por el programa.
- Contiene soporte especial para IRC¹

Integrado con mIRC (programa para Internet Relay Chat en entorno Windows) se pueden alcanzar las siguientes características:

- Reporte de todas las actividades FTP realizadas a través de mIRC.

¹ Internet Relay Chat

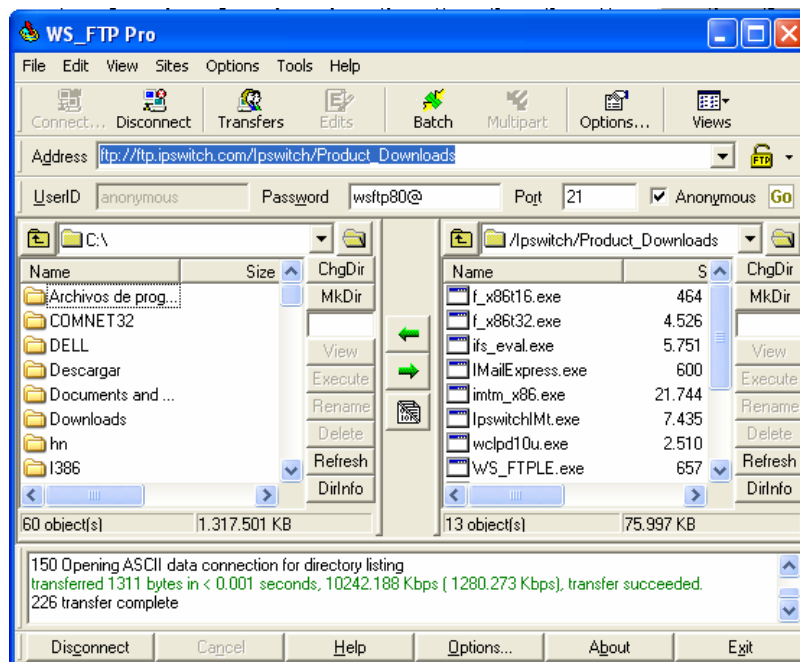
- Ejecución de comandos FTP desde mIRC.
- Temporizador automático (actualización inmediata de puertos, información de contraseñas)

La dirección del sitio web oficial que reúne la información relacionada con la herramienta GuildFTPd es www.guildftpd.com.

3.3 WS_FTP

WS-FTP es un programa cliente FTP, que combina las cualidades del manejo de archivos por medio del protocolo FTP con las propiedades de interfaz usuario proporcionadas por el entorno Windows, permitiendo transferir archivos entre la estación cliente con un servidor FTP remoto, examinar directorios y archivos contenidos en cualquier servidor FTP, cargar y descargar archivos.

Figura 27. Ventana Principal de WS_FTP.



Contiene un potente gestor y planificador de transferencias que funciona como un centro de control para organizar y gestionar todas las transferencias, visualiza información sobre las tareas y actividades que se están realizando, pudiendo pausar, reanudar, enviar, repetir, secuenciar orden de transferencias. Esta aplicación cliente ofrece la posibilidad de establecer varias conexiones simultáneas para así utilizar eficazmente el ancho de banda tanto por parte del usuario como por parte del servidor, también puede realizar actividades de diferente clase como es la transferencia de datos con la exploración dentro de otro servidor FTP simultáneamente.

Entre las especificaciones y características más importantes se resaltan las siguientes:

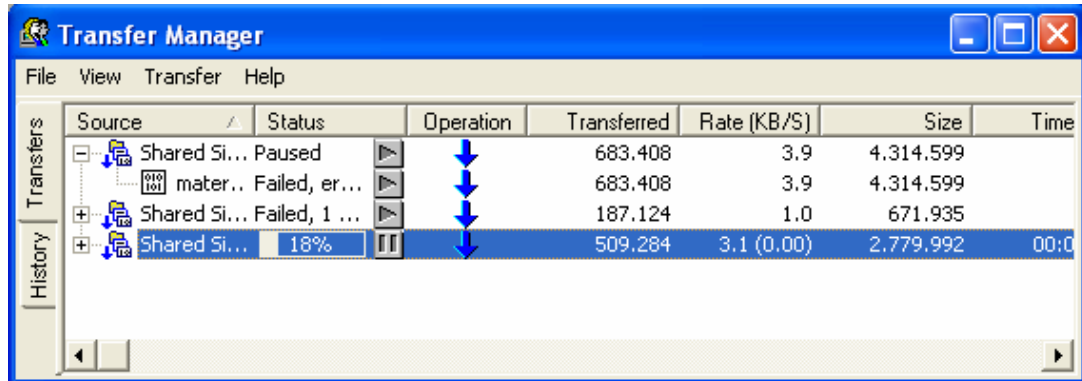
- Compatibilidad con canal de comandos no cifrado.
- Compatibilidad con SSL implícita (Puerto 990) y manejo de múltiples certificados SSL¹ cliente.
- Permite seleccionar el algoritmo de cifrado, el algoritmo MAC², y la compresión utilizada por SSH³ haciendo más segura la transferencia de archivos.
- Selección de un intervalo de puertos para las conexiones de datos entrantes y la dirección IP externa para el cliente
- Práctico método de arrastrar y colocar, que facilita el inicio de una descarga o copiado de un archivo simplemente arrastrándolo desde la ventana del servidor a la ventana del usuario.
- Capacidad para reanudar automáticamente las transferencias interrumpidas.

¹ Secure Sockets Layer

² Códigos de Autenticación de Mensajes.

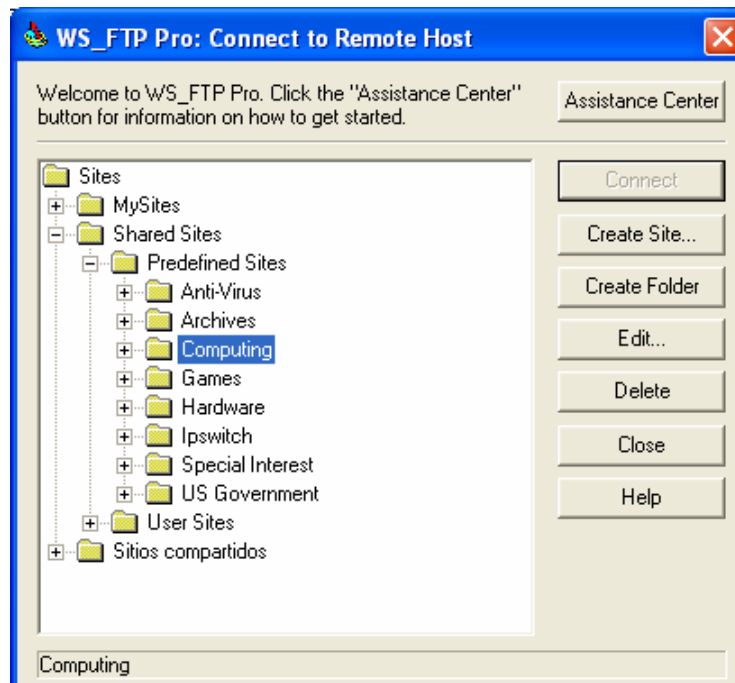
³ Secure Shell.

Figura 28. Manejador de transferencias de WS_FTP.



- Manejo avanzado de tiempos de espera, números de puerto, transferencias pasivas de archivos, y barreras de seguridad.
- Un Administrador de sitios que permite que el usuario almacene sitios FTP en carpetas.

Figura 29. Asistente de conexión de WS_FTP a un servidor remoto.



- Función de conexión rápida, que permite establecer conexiones inmediatas con sitios nuevos.

La versión utilizada es la llamada WS_FTP Limited Edition, es de uso libre (freeware), destinada para propósitos educativos no tiene uso comercial. Desarrollado por Ipswitch, Inc. Para mayor información se puede hacer referencia al siguiente vínculo www.ipswitch.com

3.4 VSFTPd

Very Secure FTP daemon es un programa que permite implementar un servidor de archivos usando el protocolo FTP bajo el ambiente Linux. Viene preinstalado en la versión Red Hat Linux 9 que es la que se encuentra actualmente instalada en el laboratorio de Redes de Computadores.

Entre sus características principales están:

- Es una versión libre.
- Es de fácil instalación. Simplemente habilitando el demonio dentro de la ventana de configuración de servicios de Linux.
- Permite modificar gran cantidad de características de usuario como también de acceso y servicio con la edición o modificación de los parámetros del fichero de configuración.
- Se ejecuta individualmente en modo (standalone) o si se desea mediante la herramienta Xinetd de Linux.
- Permite definir diferentes clases de usuarios, por ejemplo, un anónimo o un usuario local, otorgándoles permisos que son totalmente modificables así también para dominios o sitios propios para cada usuario.

- Permite delimitar a los usuarios en sus respectivos dominios.
- Su configuración se lleva a cabo mediante la edición del fichero `/etc/vsftpd/vsftpd.conf`.

Figura 30. Fichero de configuración de Vsftpd. `vsftpd.conf`.

```

# Example config file /etc/vsftpd.conf
#
# The default compiled in settings are very paranoid. This sample file
# loosens things up a bit, to make the ftp daemon more usable.
#
# Allow anonymous FTP?
anonymous_enable=YES
#
# Uncomment this to allow local users to log in.
local_enable=YES
#
# Uncomment this to enable any form of FTP write command.
write_enable=YES
#
# Default umask for local users is 077. You may wish to change this to 022,
# if your users expect that (022 is used by most other ftpd's)
local_umask=022
#
# Uncomment this to allow the anonymous FTP user to upload files. This only
# has an effect if the above global write enable is activated. Also, you will
# obviously need to create a directory writable by the FTP user.
#anon_upload_enable=YES
#
# Uncomment this if you want the anonymous FTP user to be able to create
# new directories.
#anon_mkdir_write_enable=YES
#

```

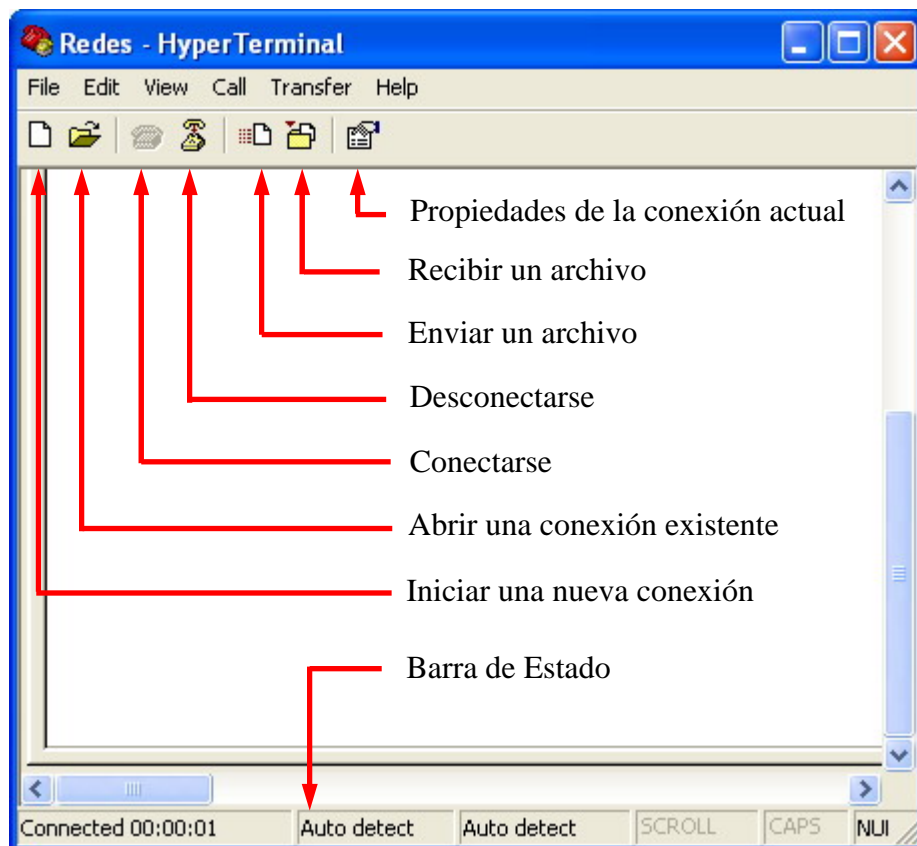
- Posibilita la configuración de usuarios virtuales.
- Posee y permite configurar gran cantidad de herramientas orientadas a mantener la seguridad de la conexión; van desde parámetros de seguridad como `chroot list enable = yes`, hasta herramientas encargadas de vigilar la conexión como Wrappers TCP.
- Lleva un registro de las conexiones establecidas como también de los archivos que se han cargado y descargado desde y hacia el servidor.

- Permite definir parámetros de configuración de la conexión, así como, el tiempo máximo para una conexión, el ancho de banda, el número de usuarios conectados simultáneamente.
- Encripta la información, esto es de gran importancia en el caso de contraseñas, para evitar ser vistas mediante un programa sniffer.

3.5 HYPERTERMINAL PRIVATE EDITION

HyperTerminal Private Edition (HTPE) es un una versión mucho más potente del hyperterminal que viene por defecto con Windows.

Figura 31. Ventana Principal de Hyperterminal



Entre sus características se encuentran:

- Opciones de reconexión con los números de teléfono que estén ocupados en el momento de realizar la llamada.
- Es capaz de recuperar la transferencia interrumpida de un fichero a través de ZModem; soporte de VT-220; y mejor soporte para caracteres extranjeros.
- Además, incluye un cliente de TELNET con la función de transferencia de archivos, macros de teclas específicas, y posibilidad de impresión.
- El cliente de TELNET puede configurarse para usarse como la aplicación por defecto de Internet Explorer o Netscape Navigator.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS PRÁCTICAS

4.1 CONTENIDO DE ASIGNATURA

A continuación se resume el contenido de la asignatura, mostrando la estructura de la organización de los temas ofrecidos en el programa de Redes de Computadores I durante el transcurso de la materia.

- **Capítulo 1. Generalidades**

- 1.1 Redes de datos
 - 1.1.1 Modelo básico de comunicaciones
 - 1.1.2 Clases de redes
- 1.2 Estandarización en telecomunicaciones
- 1.3 Protocolos
- 1.4 Funciones de los protocolos
- 1.5 Modelo OSI
- 1.6 Arquitectura de protocolos TCP/IP
- 1.7 Arquitectura de Internet

- **Capítulo 2. Capa física**

- 2.1 Medios de transmisión guiados
- 2.2 Transmisión inalámbrica
- 2.3 Frecuencia, espectro y ancho de banda
- 2.4 Perturbaciones en la transmisión
- 2.5 Capacidad del canal

- **Capítulo 3. Capa de acceso a la red**

- 3.1 Subcapa LLC Control Lógico del enlace

- 3.1.1 Delimitación de frames
- 3.1.2 Detección y corrección de errores
- 3.1.3 Control de flujo
- 3.2 Subcapa MAC Control de Acceso al medio
 - 3.2.1 Estocásticos (CSMA, CSMA/CD)
 - 3.2.2 Determinísticos (Paso de testigo)
 - 3.2.3 Híbridos
- 3.3 Tecnologías de red
 - 3.3.1 IEEE 802.3 (Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet)
 - 3.3.2 IEEE 802.5 Token ring
 - 3.3.3 IEEE 802.4 Token bus
 - 3.3.4 IEEE 802.11 WLANs
- 3.4 Hardware de red (hubs, switches y bridges)

- **Capítulo 4. Capa de interred y enrutamiento**

- 4.1 Datagrama IP
- 4.2 Direcciones IP
- 4.3 Subredes
- 4.4 Principios de enrutamiento
- 4.5 Protocolos de enrutamiento, OSPF, RIP, BGP, EGP
- 4.6 ICMP Internet Control Message Protocol
- 4.7 ARP Address Resolution Protocol

- **Capítulo 5. Capa de Transporte**

- 5.1 TCP Transmission Control Protocol
 - 5.1.1 Servicios de TCP
 - 5.1.2 Formato del segmento TCP
 - 5.1.3 Establecimiento y terminación de una conexión.
 - 5.1.4 Control de flujo
 - 5.1.5 Rendimiento de TCP

5.2 UDP User Datagram Protocol

- **Capítulo 6. Capa de aplicación**

6.1 FTP File Transfer Protocol

6.2 SMTP Simple Mail Transfer Protocol

6.3 POP3 e IMAP

6.4 HTTP HiperText Transfer Protocol

6.5 TELNET

6.6 DNS Domain Name Server

4.2 CRITERIOS EMPLEADOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS TEMAS DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

A continuación se presentan y describen los criterios empleados para la selección de las prácticas del laboratorio de Redes de Computadores I:

- El primer criterio aplicado a la hora de determinar y seleccionar los temas de las prácticas consistió en la revisión de la estructura temática del programa de la asignatura Redes de Computadores I que se presenta con base a los niveles o capas de la Arquitectura TCP/IP. Esta distribución presenta divisiones en el contenido de la asignatura para los temas principales, de esta manera se buscó desarrollar una práctica para cada uno de estos temas.
- El factor tiempo también fue de importancia; por eso se quiso mantener una regularidad en las sesiones de laboratorio, para lo cual se buscó programar una práctica por semana, máximo dos, durante el transcurso del semestre académico. Para cumplir este propósito se guardó cierta relación entre la profundización de los conceptos de los temas tratados por parte del docente en sus sesiones teóricas y el tiempo disponible para la realización de prácticas en las sesiones de laboratorio. Al

mismo tiempo se consideró un cierto margen de libertad que le permitiera al docente presentar los contenidos temáticos de acuerdo con el ritmo de trabajo y disposición del laboratorio.

- Algunos temas abarcan un amplio contenido que podrían ser candidatos para el diseño de una práctica, sin embargo, se optó por dar relevancia a ciertos temas según el nivel de importancia, popularidad, interés general que despiertan y el grado de aplicación en las actuales tecnologías. Además, la opinión y valoración suministrada por el docente fue un parámetro de gran consideración.
- El alcance de las prácticas se delimitó mediante el planteamiento de procedimientos lo suficientemente relacionados con los objetivos de cada práctica orientados a asimilar y reforzar los conceptos presentados en las sesiones teóricas, que garantizaran el cumplimiento a cabalidad de los mismos, así como el llenar las expectativas del docente y los estudiantes.
- La cantidad de información disponible de las diferentes fuentes fue fundamental al momento de determinar los aspectos básicos a tratar en el marco teórico de cada una de las prácticas. La idea fue presentar el requerimiento mínimo de contenido pero a su vez suficiente para dar una visión más que general de los conceptos que se quisieron profundizar en las sesiones de laboratorio y que de igual manera guardaran relación con los objetivos de la misma.
- Finalmente, un criterio de peso fue la revisión de los recursos físicos y dispositivos disponibles en la sala de Redes de Computadores de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, para considerar las limitaciones de uso de los mismos durante el desarrollo de las prácticas.

4.3 ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS

Las prácticas se estructuraron en secciones para que de esta forma el tema presentado en cada una de ellas se pueda abarcar de una manera suficientemente ilustrada y clara, para que los objetivos y contenidos de las mismas se pudieran cumplir con satisfacción. La organización de las prácticas se realizó de la siguiente manera.

- **Título de la práctica.**

Presenta el título de la práctica y el tema en el que se ubica en el contenido de la asignatura de Redes de Computadores.

- **Planteamiento de los objetivos**

En general, presenta la finalidad de la práctica. Enfoca al estudiante en cuáles son las metas a cumplir. Hace mención de cuáles son los conceptos que se desean fortalecer y hacer énfasis durante el desarrollo de la práctica, para que el estudiante pueda profundizar sobre los conocimientos en los que presenta deficiencias; lo cual sirve como un indicador de desempeño tanto para el estudiante como para el docente a cargo de la evaluación.

- **Marco teórico**

Expone los conocimientos fundamentales contenidos en la práctica. Muestra la teoría necesaria para que el estudiante desarrolle y pueda cumplir de manera correcta cada uno de los objetivos que se plantean en ella. Permite ubicar al estudiante en el contexto de la práctica para que pueda dar solución a los procedimientos señalados en ella, de forma que se facilite la comprensión de todos los conceptos que se pretenden abarcar. En definitiva, ofrece un enfoque general de la práctica y presenta la información necesaria para su desarrollo.

- **Materiales – Equipos a utilizar**

Generalmente en las actividades solo se requiere del uso de las instalaciones, equipos de red y equipos de cómputo; que ya están disponibles para el desarrollo las prácticas de laboratorio de la asignatura de Redes de Computadores. Sin embargo, para alguna de las prácticas son necesarios algunos materiales e implementos que el estudiante debe adquirir. Por otra parte el laboratorio dispone de algunas herramientas que se pueden facilitar para la realización de las actividades programadas.

- **Trabajo previo**

Es una extensión del marco teórico, pues le ofrece al estudiante la posibilidad de ahondar en el tema presentado en la práctica. Exhibe preguntas que de alguna manera facilitarán la elaboración rápida y eficiente de la misma. Es tal vez la parte más importante a llevar a cabo, pues permite que el estudiante prepare de antemano algunos de los procedimientos a desarrollar ofreciendo un manejo óptimo del tiempo de ejecución de la práctica, aspecto bastante favorable en tanto se requiera más tiempo para realizar otras actividades de la misma o realizar una verificación de los resultados obtenidos.

- **Trabajo práctico**

Aquí se muestra en detalle los procedimientos a seguir en cada una de las actividades. Se indica paso a paso y de forma clara, qué y cómo es lo que se desea hacer en la práctica para que ningún estudiante se desvíe de los objetivos a cumplir de la misma, ya planteados con anterioridad.

- **Preguntas claves.**

Son una serie de preguntas encontradas durante el desarrollo o al finalizar cada práctica, que permiten al estudiante evaluar su desempeño y medir lo aprendido durante las

actividades de laboratorio. Son una herramienta que ofrecen la opción de profundizar en los conceptos y además generar nuevas inquietudes que pueden ser resueltas por el mismo estudiante en la medida que sus capacidades y su espíritu de aprendizaje lo permitan. Además, dependiendo de la facilidad y la amplitud de las respuestas dadas a estas inquietudes se puede medir la asimilación de conceptos por parte del estudiante.

○ **Bibliografía**

Se citan las referencias bibliográficas, revistas, páginas web, etc., que se pueden consultar para ampliar la información ya suministrada y extender aún más los conceptos que se han presentado en el aula de clase y en las guías de laboratorio, de manera que se pueda contar con todo el material necesario para aprovechar al máximo la práctica de laboratorio.

○ **Cantidad y duración de las prácticas**

Partiendo de la información revisada en la bibliografía, se consideró que las prácticas que cubren gran parte de los conceptos sobre redes de computadores son las que se describen en la siguiente tabla.

La duración prevista de cada una de las prácticas es normalmente de una sesión, dos horas aproximadamente. Los temas de las prácticas se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Temas propuestos para las prácticas de laboratorio.

Práctica N°	Título de la Práctica
Práctica N° 0	Instalación de Linux Red Hat 9
Práctica N° 1	Fundamentos de Linux
Práctica N° 2	Protocolo Básico de Comunicación
Práctica N° 3	Configuración de Red
Práctica N° 4	Monitores de Red y Protocolo de Internet (IP)
Práctica N° 5	Comandos Básicos de TCP/IP

Práctica N° 6	Ping e ICMP
Práctica N° 7	TCP y UDP
Práctica N° 8	Navegador y Correo Electrónico
Práctica N° 9	Página Web
Práctica N° 10	Cliente FTP
Práctica N° 11	Servidor FTP
Práctica N° 12	Telnet
Práctica N° 13	Frame Relay

4.4. JUSTIFICACIÓN DE LOS TEMAS SELECCIONADOS PARA EL DISEÑO DE LAS PRÁCTICAS

Los temas seleccionados presentan argumentos que los justifican para desarrollar cada una de las prácticas. Estos argumentos se presentan a continuación.

4.4.1. INSTALACIÓN DE LINUX RED HAT 9

Linux es un sistema operativo que fue iniciado en 1991 por un estudiante finlandés llamado Linus Torvalds quien quiso escribir su propio código de Unix como proyecto universitario. Este proyecto generó mucho interés en gran número de programadores. Desde que Linus Torvalds tomó la decisión de liberar el código fuente, miles de programadores trabajaron voluntariamente en este sistema operativo. No pasó mucho tiempo antes de que las grandes compañías empezaran a notar esto y pusieran a sus equipos de expertos programadores en pulir, refinar y fortalecer este nuevo sistema operativo.

En un corto período de tiempo, Linux pasó de ser un crudo sistema operativo exclusivo de expertos, a ser un completo y poderoso sistema para todo el mundo; gracias a la variedad de ventajas que ofrece para el usuario final, entre las que se encuentran que es gratis, de

código abierto, su modularidad, su estabilidad, su portabilidad y sus facilidades para conexión de redes.

De esta manera se hace necesario que los estudiantes tengan un contacto inicial con este Sistema Operativo que, como es el objetivo de sus creadores y desarrolladores, se convertirá seguramente en el más popular y más utilizado por millones de usuarios en el mundo. Por ello, ofrecer la posibilidad de conocer los aspectos fundamentales sobre los requerimientos necesarios y los pasos que se siguen en el momento de la instalación, permite entregar una guía que cumpla con esta finalidad.

Para este caso se optó por la versión Red Hat 9 de Linux, gracias a su popularidad, a las numerosas aplicaciones cliente y servidor gratuitas, y a muchas de sus características de las que más adelante se pueden sacar provecho.

4.4.2. FUNDAMENTOS DE LINUX

El objetivo no es hacer un estudio profundo de este sistema operativo pero se busca que por lo menos exista la posibilidad de explorar sus ventajas más destacadas para que en un futuro puedan ser explotadas para beneficio en las áreas en que se desenvuelve. Por tanto, se hace justo abarcar, al menos, la base fundamental de este sistema operativo como lo es su intérprete de comandos.

Conocer el intérprete de comandos de Linux como una herramienta bastante útil para el usuario de cualquier sistema Linux, da una visión diferente del funcionamiento de un sistema operativo. Aunque para muchos puede ser familiar la línea de comandos, gracias a que en algún momento tuvieron la oportunidad de manejar el MS-DOS, cabe resaltar que en Linux esta herramienta tiene un alcance mucho mayor pues el desarrollo que ha presentado, por ser de código abierto, implica que sus capacidades son mucho mayores y la cantidad de soluciones de software que pueden desarrollarse son más robustas y estables.

Conocer la sintaxis, opciones de línea y funciones de algunos de los comandos básicos empleados por el intérprete de comandos de Linux, ofrece la oportunidad de comprender de una forma más detallada el funcionamiento interno del sistema operativo, pues por lo general, la mayoría de las tareas ejecutadas por él son totalmente transparentes al usuario y esto sólo le permite observar el efecto de las acciones que ejecuta.

Conocer la estructura de directorios y archivos de Linux facilita la familiarización con este sistema operativo pues, debido al gran auge y popularidad con la que cuentan los sistemas operativos Windows, es importante entender que existen algunas diferencias particulares de funcionamiento entre estos dos sistemas operativos a pesar de la gran similitud en su entorno gráfico.

4.4.3. PROTOCOLO BÁSICO DE COMUNICACIÓN

Los protocolos son como reglas de comunicación que permiten el flujo de información entre computadoras distintas que manejan lenguajes distintos. Están conformados por el conjunto de reglas, formatos y procedimientos de comunicaciones acordados entre dispositivos para que ambos se puedan comunicar. Estos formalizan la interacción entre los dispositivos, normalizando el uso del canal de comunicación.

Identificar los factores implicados en la definición de un protocolo de comunicaciones, permite comprender con mayor profundidad la forma en que los computadores conectados a una red pueden intercambiar información. Por otro lado, visualizan la complejidad de la que consta una comunicación y la necesidad existente de separar en pasos diferentes y con sus propias reglas de operación y su propio protocolo.

Describir y definir los elementos que conforman un protocolo logra visualizar el formato que toman los mensajes enviados y la forma en que los computadores deben intercambiar un mensaje, dentro del contexto de una actividad en particular, ya sea enviando mensajes a

través de la red, intercambiando correos electrónicos o realizando alguna transferencia de archivos.

Comprender la función de un protocolo hace concluir que su función básica va más allá de realizar una comunicación básica. Se logra entender que además de la información que se desea transferir, existe una serie de información agregada que le permite saber al receptor que hacer con dicha información. Esta información extra es necesaria para establecer una sincronización en la transferencia y además corregir datos que lleguen de manera errónea, todo esto ofrece una mayor confiabilidad en los datos recibidos.

4.4.4. CONFIGURACIÓN DE RED

Identificar y configurar la tarjeta de interfaz de red de un computador da la posibilidad de seleccionar una que admita el protocolo de enlace de datos de la red, el tipo de cable o medio utilizado para conectar la red y el tipo de ranura de expansión o puerto disponible en el computador. Por otra parte, es el elemento básico del que debe disponer cualquier computador que forma parte de una red.

Comprender el funcionamiento a nivel eléctrico de una tarjeta de red hace posible identificar el nivel apropiado en que se puede ubicar dentro del modelo de referencia OSI este dispositivo, además de conocer algunas de sus funciones básicas necesarias para que un computador pueda tener acceso a la red y características más destacadas.

Configurar una red básica a partir de dos computadores es el primer paso entre lo aprendido teóricamente y la puesta en práctica de estos conceptos. Implementar una pequeña red permite conocer los parámetros implicados en la configuración del protocolo TCP/IP para el buen funcionamiento de la red, como lo son la dirección IP, la puerta de enlace, el DNS primario y secundario, la máscara de subred, el dominio, el grupo de trabajo y el nombre de equipo. Además, es el primer escalón hacia el diseño e implementación de redes mucho

más complejas que ofrezcan soluciones confiables para algún tipo de entidad que en su debido caso lo requiera.

Compartir documentos e impresoras a través de una red, es en principio uno de los objetivos y además una de las ventajas ofrecidas por la interconexión entre computadores. Describir el procedimiento necesario para implementar estos servicios brinda al estudiante la oportunidad de manejar a conveniencia los recursos con los que pueda contar una red de computadores para obtener el mayor beneficio de los mismos.

Contar con Windows XP como el sistema operativo instalado en los equipos de la sala del laboratorio de redes de computadores garantiza el desarrollo de este tema.

4.4.5. MONITORES DE RED Y PROTOCOLO DE INTERNET (IP)

Para poder observar el funcionamiento de los servicios prestados a través de una red y mirar dentro de sus protocolos, se ha desarrollado una herramienta conocida como monitor de red o analizador de protocolos.

El monitor de red es una herramienta valiosa que permite observar o monitorizar el tráfico con sus características, que circula a través de una red, pudiéndose ver o analizar dentro de la comunicación en la red su estructura constitutiva, su contenido, más específicamente los paquetes, segmentos, y datagramas que conforman esta estructura.

Con este software se logra ver lo que ocurre realmente en una red pudiendo interpretar el flujo de bits, ya que contiene la información, es decir permite reconocer la gran cantidad de protocolos y la información que contienen. Finalmente es el administrador de una red quien constantemente utiliza esta herramienta pudiendo ver su red más claramente, observar el tráfico de la misma en tiempo real y con esta información, tomar decisiones de crecimiento futuro y resolución de problemas basada en hechos comprobables, conociendo el uso que se

está dando a sus infraestructuras, es decir, saber qué está siendo enviado o recibido por las estaciones de la LAN.

El contenido que se quiere abarcar en esta práctica es esta herramienta de monitoreo orientada hacia el nivel de interred del modelo de referencia TCP/IP, se centrará en el estudio del protocolo IP (Internet Protocol), donde se analizará su funcionamiento, como también su estructura, es decir, la función de los campos que componen el formato de la cabecera del datagrama IP.

La importancia de este protocolo de interconexión de redes, el protocolo IP, radica en que de él se sirven los demás protocolos ubicados en los niveles superiores de los modelos de referencia OSI y TCP/IP. Este protocolo básicamente proporciona los medios para la transferencia de información entre sistemas finales (estaciones de trabajo, equipos de usuario o host), para lograr esto IP define una unidad básica para la transferencia de datos llamada datagrama IP con su formato bien establecido, además realiza funciones de enrutamiento o direccionamiento y por último es el encargado de detallar las reglas para que los enrutadores y los host procesen paquetes, lo que se conoce como conmutación.

4.4.6. COMANDOS BÁSICOS DE TCP/IP

Los problemas en una red están bastante ligados con inconvenientes inesperados y en muchas ocasiones son de frecuencia irregular. La solución a estos problemas requiere de un conocimiento que es mucho más conceptual y funcional que detallado. Los problemas de red son generalmente únicos y en algunas ocasiones difíciles de resolver. Dar solución a estos problemas es una parte importante para mantener estable y confiable los servicios suministrados por una red.

TCP/IP se ha convertido en uno de los protocolos más utilizados en la industria de las redes de los computadores. Muchas de las tareas de administración de red y de solución de problemas suponen trabajar con varios elementos de estos protocolos. Como casi todos los

equipos soportan TCP/IP, se han adaptado un gran número de herramientas básicas a diferentes sistemas operativos, y algunas se han adaptado también a necesidades específicas.

Algunas de estas herramientas como Ping, Route, ARP, Netstat, Tracert, entre otras; facilitan encontrar solución a los problemas que se presentan en una red y están contenidas en el paquete TCP/IP instalado en la configuración de red de cada computador. Por tanto, se hace necesario tener un conocimiento si no amplio, al menos lo suficientemente claro del uso de estas herramientas, pero más desde el punto de vista de su funcionalidad y de su utilidad para el administrador de red, que desde el punto de vista de los elementos operacionales de las implementaciones específicas.

Es bastante evidente que es necesario que el estudiante esté lo suficientemente familiarizado con el manejo de la mayoría de los comandos ofrecidos por el protocolo TCP/IP, para estar en la capacidad de detectar fallos en una red. Además, el buen conocimiento de la funcionalidad de estos comandos, permite que el estudiante pueda dar soluciones eficientes y de igual forma reducir costos que podrían haber sido generados por la adquisición de algún tipo de software especializado en la detección de fallas en una red. Pues, por lo general, la mayoría de los problemas son provocados por alguna causa simple, y tener una idea clara del problema frecuentemente provee una solución.

4.4.7. PING e ICMP (Protocolo de Mensajes de Control de Internet)

El Protocolo de Mensajes de Control de Internet (ICMP) proporciona varias funciones importantes para los enrutadores y los sistemas que lo utilizan. La más importante de todas ellas es la posibilidad que tienen los enrutadores de utilizar mensajes ICMP para proporcionar información de enrutamiento a los demás enrutadores. Los enrutadores envían mensajes redirección de ICMP a los sistemas origen cuando conocen una ruta mejor que la que está utilizando actualmente el sistema.

Interpretar de qué forma el protocolo ICMP proporciona las funciones para informes de errores y el transporte de mensajes de petición y respuesta para programas de diagnóstico de fallas, que permiten la resolución de problemas de una red. Pues debido a la forma en que las redes TCP/IP distribuyen las labores de enrutamiento entre los diferentes sistemas, no existe forma de que ninguno de los sistemas finales implicados en una transmisión conozca qué ha ocurrido durante el recorrido de un paquete. Por consiguiente, los mensajes de error de ICMP están diseñados para que cuando un sistema intermedio encuentre un problema al procesar un paquete, descarte el paquete, dejando que los protocolos de niveles superiores detecten la ausencia del paquete y organicen la retransmisión. Los mensajes de error de ICMP permiten informar al emisor de la naturaleza exacta del problema. Los sistemas destino también pueden generar mensajes ICMP cuando un paquete llega correctamente pero no se puede procesar.

Conocer los tipos de mensajes, códigos y funciones incluidos en este protocolo, permiten entender que el sistema que recibe el mensaje pueda aislar el momento exacto en que se produjo el error y la transmisión que lo originó. Además, se puede comprender que los mensajes de error de ICMP son solamente informativos y que el sistema que los recibe no responde ni tiene nada por hacer para corregir la situación.

4.4.8. TCP Y UDP

La capa de transporte proporciona una transferencia de datos extremo a extremo entre las entidades de sesión. Su principal función consiste en realizar un transporte confiable, seguro y efectivo de tal forma que resulte transparente para las capas superiores, para ello recurre al establecimiento, mantenimiento y terminación de conexiones, además implementa sistemas encargados del control de flujo y de errores.

Para implementar estas funciones se han desarrollado los protocolos TCP y UDP, la mejor manera de estudiar su funcionamiento es mediante las herramientas de monitorización de

redes que permiten observar la cabecera de los diferentes protocolos con sus respectivos valores en los campos constitutivos del formato.

El enfoque en los protocolos TCP y UDP permite hacer una distinción entre las comunicaciones, de aquellas orientadas a conexión con las no orientadas a conexión. Este tipo de comunicación caracteriza al servicio o aplicación.

Cada uno de los protocolos de la capa de transporte da propiedades especiales a las aplicaciones que define, es por ello que conviene observar diferentes tipos de conexión que se pueden establecer; en el desarrollo de la práctica se pretende mostrar el funcionamiento del protocolo de transporte en diferentes servicios como son Telnet, navegación por Internet y FTP, cada una de estas conexiones presenta sus propias características como es el caso de la conexión FTP que revela importantes innovaciones en su funcionamiento, como es el caso de establecer una doble conexión que se realiza simultáneamente a dos puertos diferentes, una en la que se intercambian mensajes entre el cliente y el servidor y otra conexión que se usa para transmitir los datos suministrados al cliente por parte del servidor.

Entre los servicios que aprovechan las características del protocolo IP que también es no orientado a conexión se seleccionó el servicio DNS, basado en UDP, quien permite observar el funcionamiento del protocolo del nivel de transporte y las características que le brinda al servicio DNS garantizándole rapidez y agilidad al establecer paquetes de información (datagramas UDP) más pequeños que los de su contraparte los segmentos TCP. El uso de DNS es ampliamente extendido ya que antes de establecer cualquier conexión generalmente se realiza una consulta DNS a los respectivos servidores de nombres de dominio para determinar las direcciones de los sistemas finales. Ejemplos de aplicaciones que realizan consultas DNS dentro de su rutina de establecimiento de conexión son navegadores Web (browsers), FTP y Telnet.

4.4.9. NAVEGADOR Y CORREO ELECTRÓNICO

Estos servicios conocidos como aplicaciones cliente hacen parte de los contenidos de más fácil adquisición por parte del estudiante y de presentación por parte de los docentes, esto se debe en gran parte por las ventajas brindadas por el servicio en sí, como también por las interfaces gráficas de usuario que poseen, que son muy amigables orientadas a un público general que necesita mínimos conocimientos para su empleo, la amplia acogida lograda por estos servicios y el conocimiento que de ellos tiene la población en general son su mejor presentación.

Como en general cada uno de estos servicios esta asociado a un protocolo de la capa de aplicación del modelo OSI que lo representa, en el caso de los navegadores Web, es el protocolo HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto), su desarrollo ha permitido la aparición de WWW (World Wide Web).

La presentación de este tema contribuye a formar una idea general del nivel de interacción entre usuarios que se ha alcanzado. Que es sin duda uno de las características de Internet. El estudiante debe tener la capacidad de desenvolverse adecuadamente en este medio, esto es lo que se busca al incluir este tema entre los seleccionados para ser desarrollado en este trabajo de grado.

El servicio de correo electrónico es posiblemente la aplicación más conocida y utilizada en el ambiente de Internet, porque permite que un mensaje sea enviado electrónicamente a cualquier persona que disponga de una cuenta en Internet, incluso la gran mayoría de las empresas han comenzado a utilizar el Correo Electrónico debido, sobre todo, a que es más práctico, económico y rápido que el fax, la mensajería o cualquier otro medio tradicional, incluyendo la línea telefónica.

A continuación se exponen algunas ventajas de este servicio:

- Rapidez ya que el envío y la recepción de mensajes es muy rápida casi instantánea.
- Confiabilidad.
- Reducción de costos, disminuye considerablemente los gastos de teléfono, tanto en llamadas nacionales como internacionales.
- Posibilidad de enviar información y que pueda ser modificada por el destinatario desde su propia estación de trabajo o computador.
- Flexibilidad de horario, tanto para el remitente como para el destinatario, sin importar el día y hora, el correo o mensaje se encontrara disponible en el servidor para ser leído.
- Eficacia: porque es un medio de comunicación interno y externo para comunicarse directamente desde el lugar de trabajo.

Este es un servicio que cada vez toma más importancia; se ha transformado buscando la manera de proporcionar un servicio cada vez más personalizado y amigable al usuario. Para satisfacer las necesidades de los usuarios de correo electrónico algunos protocolos han evolucionado como es el caso de SMTP, también se han diseñado otros, como POP (Post Office Protocol), que permite a un cliente transferir correo desde un servidor de correo a una estación de trabajo o computador personal y el protocolo de acceso a correo de Internet (IMAP), que permite que un usuario lea, copie o borre los mensajes almacenados en un servidor.

4.4.10. PAGINA WEB

La relevancia de este tema es innegable, ya que actualmente se constituye como el medio más difundido y utilizado en los sistemas de interconexión de Redes para la consulta e intercambio de información.

Internet, la red mundial, precisamente esta conformado por una gran cantidad de recursos e información, en donde uno de los principales medios para acceder a todo esto es el HTTP o (Protocolo de transferencia de hipertexto). Las páginas Web son documentos elaborados en un lenguaje llamado HTML que se alojan en los servidores que componen la Internet y son los destinos en que transitan las aplicaciones cliente llamadas comúnmente como navegador o explorador Web, los cuales interpretan la información contenida en la página Web para ser presentada al usuario que la visita.

Detenerse en conocer y manejar el lenguaje de hipertexto o HTML le proporcionará al estudiante una poderosa herramienta para compartir y adquirir conocimientos ya que sin duda la mejor ventana, ya sea para vender o promocionar algún recurso o idea es actualmente Internet, además con el transcurrir del tiempo se está viendo que este medio de comunicación está aun en crecimiento y expansión y se esta utilizando para ofrecer de una gran cantidad de nuevos servicios.

Finalmente, lo que se pretende en la práctica es introducir al estudiante en este lenguaje, brindándole los conocimientos básicos en donde el estudiante pueda crear y publicar su propia página Web.

4.4.11. CLIENTE FTP

FTP (File Transfer Protocol) es el nombre del protocolo que define al servicio de transferencia de archivos. Es uno de los protocolos de aplicación más utilizados y uno de los más antiguos; además de realizar su función sobre TCP/IP su original estructura le ha

permitido mantenerse como líder indiscutible al momento de realizar transferencias directas de archivos entre distintas plataformas por su facilidad y rapidez.

Este protocolo se utiliza para la transferencia de archivos como se había mencionado, proporcionando acceso interactivo, especificaciones de formato y control de autenticación. Debido a su gran importancia, cada vez se desarrollan nuevas herramientas de software destinadas a proporcionar el mismo servicio de transferencia de archivos, usando el protocolo FTP, pero agregando una interfaz de usuario amigable y otras opciones. Existen también en muchos servidores FTP, dentro de Internet y con ellos gran cantidad de información sólo disponible en forma de transferencia FTP, además de una red de buscadores encargados de ubicar esta información.

Para abordar este tema se decidió dividirlo en dos partes, FTP Cliente y FTP Servidor. En esta primera parte se busca familiarizar al estudiante con el lenguaje propio del protocolo, es decir, con su repertorio de comandos, con el ambiente en el se desarrolla como la estructura de directorios propio de los sistemas operativos que forman parte los servidores donde se encuentra alojada la información.

4.4.12. SERVIDOR FTP

Corresponde al complemento del tema anterior, tratándolo desde el otro lado de la comunicación, del lado del prestador del servicio lo que se conoce como servidor, abordándolo desde diferentes plataformas como son Windows y Linux.

Por regla general el servicio aquí tratado se encarga de brindar información y recursos, más específicamente de disponer cierta información y utilidades para un público general o particular. El desarrollo de este tema permite al estudiante evaluar algunos puntos importantes y necesarios al momento de configurar un servidor en general como es el caso de tomar algunas medidas de seguridad que busquen proteger la información contenida, la estructura definida en el servidor y por último el tipo servicio prestado.

4.4.13. TELNET

Familiarizarse con el uso del programa cliente TELNET, permite comprender que esta es una de las aplicaciones más potentes, que aunque trabaja en modo texto, se emplea principalmente para acceder a grandes bases de datos o para establecer comunicación remotamente con un servidor conectado a la red, como si se estuviera en una de sus terminales. Se basa en convertir el computador en un terminal de un computador más potente que administra una base extensa de información, de tal forma que desde la casa o lugar de trabajo, con un simple computador doméstico se pueda acceder a la base de datos de la biblioteca, o cualquier otra entidad que lo permita.

El protocolo Telnet se diseñó, además, como base para comunicaciones entre aplicaciones en general, actualmente la tendencia es que Telnet se use cada vez más como herramienta para la creación de aplicaciones cliente servidor. De hecho, Telnet es el soporte de las interacciones cliente servidor en la transferencia de archivos, el correo electrónico e Internet. Por último, aunque el puerto 23 es el puerto predefinido para las conexiones Telnet, este puede abrir una conexión con cualquier servicio TCP en cualquier puerto y permitir al usuario comunicarse directamente con el servidor remoto. Sin embargo, Telnet presenta algunas deficiencias de seguridad, que pueden ser aliviadas mediante el uso de SSL (Secure Shell) para el establecimiento de una comunicación segura.

SSL opera como una capa adicional entre Internet y las aplicaciones, esto permite que el protocolo sea independiente de la aplicación, siendo posible utilizar FTP, Telnet y otras aplicaciones además de HTTP.

Consultar una cuenta de correo POP3, que es un protocolo para la gestión de correo en Internet, empleando TELNET proporciona el medio para comprender la forma en que el protocolo POP3 está destinado a permitir que una estación de trabajo acceda dinámicamente a un buzón de correo en un servidor de forma útil y eficiente. Por otro lado,

se pueden entender los estados en los que se sigue el progreso en una sesión POP3, además de los comandos empleados y los tipos de respuesta generados. También es importante para entender lo que sucede en un protocolo orientado a conexión.

El envío de correos desde una cuenta SMTP, que es el protocolo estándar de Internet para el intercambio de correo electrónico, mediante TELNET facilita entender el procedimiento que se sigue para establecer una conexión con un servidor SMTP. Además, se consideran los aspectos básicos del diálogo establecido entre cliente-servidor, la estructura y el formato de los datos contenidos en los mensajes de correo. También se consideran aspectos importantes como la autenticación en el envío de mensajes.

Acceder a un servidor WEB mediante el uso de la herramienta TELNET, ofrece la posibilidad de conocer las características principales del protocolo HTTP, las etapas desarrolladas en este tipo de transacción, la estructura de los mensajes empleados en un dialogo con un servidor WEB y su funcionamiento en general. Además permite entender la forma en que este protocolo es empleado en los navegadores de Internet para la gestión de la memoria caché de las páginas, este sistema permite reducir el número de accesos y transferencias de información a través de Internet, y así agilizar la presentación de documentos previamente visitados. También el manejo de los cookies, que son parte del nuevo estándar HTTP/1.1, que se emplean para solucionar una de las principales deficiencias del protocolo: la falta de información de estado entre dos transacciones.

4.4.14. FRAME RELAY

Existen diversas formas de interconectar LANs, una de las más importantes y actualmente la de mayor desarrollo y utilización es el uso de enlaces WAN por medio de la tecnología frame-relay; esta tecnología consiste en encapsular las tramas, ya que esta tecnología opera en los niveles físico y de enlace de datos, y llevarlas a su destino por medio de circuitos virtuales o líneas alquiladas; permitiendo llenar el vacío cada vez más creciente de interconectar LANs de una manera menos compleja y también menos costosa.

Conocer el funcionamiento del protocolo FRAME RELAY y su implementación mediante la utilización de los dispositivos presentes en el laboratorio ofrece a los estudiantes un primer acercamiento a las WAN donde se puede simular este tipo de red conformada por LANs, y los estudiantes definirán los medios fijos físicos (montaje de la red) y lógicos (configuración) que hacen viable esta tecnología. Por último, este proceso le brindará al estudiante familiarizarse con el lenguaje propio de los dispositivos de red.

4.5. DESCRIPCIÓN DE LAS PRACTICAS ELABORADAS

A continuación se realiza una descripción general de cada una de las prácticas elaboradas y se presentan los objetivos que se desean cumplir con su realización, además de los elementos empleados durante su desarrollo.

4.5.1. INSTALACIÓN DE LINUX RED HAT 9

4.5.1.1. Descripción

Después de revisar previamente algunos conceptos básicos como la estructura física y lógica de un disco duro, sistemas de archivos y tipos de particiones. Se realizan una serie de procedimientos que se deben tener en cuenta antes de instalar *Linux Red Hat 9* y que permiten al estudiante tener una idea de los requerimientos mínimos para efectuar esta instalación. Seguidamente, en el trabajo práctico, se ilustran cada uno de los pasos a seguir en el transcurso de la instalación de este sistema operativo, indicando algunas opciones recomendadas y los parámetros sugeridos para la configuración de los dispositivos de hardware del computador en el que se instala el sistema. Finalmente, el estudiante puede hacer el ingreso al sistema para tener el contacto inicial con el mismo.

4.5.1.2. Objetivos

- Realizar la instalación del Sistema Operativo *Linux Red Hat 9.0*.
- Conocer los requerimientos mínimos con los que se debe disponer para realizar la instalación de este Sistema Operativo.
- Identificar los componentes y paquetes básicos contenidos en una instalación típica de este Sistema Operativo.

4.5.1.3. Elementos utilizados

- Un computador Optiplex GX260 marca Dell, con el Sistema Operativo Windows XP Professional preinstalado de fábrica.
- Tres CD-ROMs de instalación de Linux Red Hat 9.

4.5.2. FUNDAMENTOS DE LINUX

4.5.2.1. Descripción

Una vez se cuente con el sistema operativo Linux Red Hat 9 instalado en cada computador de la sala, se hace una lectura a la parte preliminar de la guía en la que se estudian algunas de las características de este sistema, entre las que se encuentra el *intérprete de comandos* que en definitiva es la herramienta principal empleada en el desarrollo de esta práctica. Además se describen las estructuras de directorios y archivos, los comandos básicos y su sintaxis, los grupos y cuentas de usuarios, y el estado del sistema. Durante la práctica se hace uso de una cantidad de comandos bastante útiles que con su uso permiten llevar al estudiante por cada una de las etapas básicas, desde el ingreso al sistema hasta el apagado del mismo; pasando por la creación de una cuenta de usuario propia, desde la cual se realizan operaciones de manipulación de archivos y directorios, y se ejecutan

procedimientos de chequeo del estado del sistema operativo, todo esto desde el *intérprete de comandos*. De manera que se ilustren los eventos que ocurren y los mensajes del sistema para que puedan ser interpretados por el estudiante.

4.5.2.2. Objetivos

- Conocer los aspectos básicos de modo de trabajo del Sistema Operativo Linux.
- Trabajar con el intérprete de comandos de Linux y reconocerlo como una herramienta bastante útil para el usuario de cualquier sistema Linux.
- Hacer uso de algunos de los comandos básicos empleados por el intérprete de comandos de Linux, observando su sintaxis, opciones de línea y funciones.
- Identificar la estructura de directorios y archivos de Linux.

4.5.2.3. Elementos utilizados

- Un computador con una instalación previa del sistema operativo Linux Red Hat 9.

4.5.3. PROTOCOLO BÁSICO DE COMUNICACIÓN

4.5.3.1. Descripción

Al identificar previamente el concepto y las funciones que precisan lo que es un protocolo de comunicación, consultar con anterioridad el estándar RS232 y utilizar la herramienta de software libre *Hyperterminal Private Edition*; logran que esta práctica facilite la comprensión de los pasos que se siguen cuando se conectan dos computadores para realizar un intercambio de datos. Los pasos que se ilustran durante este proceso muestran la manera en que se configuran los parámetros de la herramienta, como la velocidad de transmisión, bits de datos y bits de control de flujo de la interfaz empleada por los dos computadores que se conectan. De esta forma se espera que el estudiante conozca el funcionamiento de un

protocolo de comunicaciones y los aspectos que se deben tener en cuenta para establecer una comunicación entre dos dispositivos.

4.5.3.2. Objetivos

- Identificar los factores implicados en la definición de un protocolo de comunicaciones.
- Describir y definir los elementos que conforman un protocolo.
- Comprender la función de un protocolo de comunicaciones.
- Realizar un intercambio de archivos entre dos computadores mediante una interfaz de comunicación RS232.

4.5.3.3. Elementos utilizados

- Dos computadores con puerto serial de comunicaciones.
- Un cable serial con conectores DB9 ensamblado según se muestra en la práctica.
- Herramienta de software libre *Hyperterminal Private Edition* instalada previamente en los dos computadores que se van a conectar.

4.5.4. CONFIGURACIÓN DE RED

4.5.4.1. Descripción

Configurar una red básica a partir de dos computadores es el primer paso entre lo aprendido teóricamente y la puesta en práctica de estos conceptos. Esta práctica permite identificar si se dispone con una tarjeta de red ya instalada, o de otra manera, se describen los pasos necesarios para instalarla en cada uno de los computadores mediante el *Asistente para agregar hardware* de Windows XP y los controladores de este dispositivo disponibles por el fabricante para este sistema operativo. Luego, se verifica si se encuentran instalados los componentes de red necesarios para la conexión del equipo a la red. Seguidamente se

ejecuta el *Asistente de Configuración de Red*, el cual facilita la tarea de configurar el tipo de red a la que se desea conectar, nombre y descripción del equipo, y el grupo de trabajo. Inmediatamente se procede a la configuración de los parámetros del protocolo TCP/IP tales como dirección IP, máscara de red, puerta de enlace y servidores de DNS. Finalmente, se realizan procedimientos para compartir archivos e impresoras de modo que el estudiante identifique algunas de las ventajas ofrecidas por la interconexión entre computadores.

4.5.4.2. Objetivos

- Identificar y configurar la tarjeta de interfaz de red de un computador.
- Identificar el nivel apropiado dentro del modelo OSI para este dispositivo.
- Configurar una red básica a partir de dos computadores.
- Compartir documentos e impresoras a través de una red.

4.5.4.3. Elementos utilizados

- Dos computadores con Windows XP instalado y con tarjeta de red.
- Controladores de la tarjeta de red correspondientes al sistema operativo de los computadores.
- Un cable de red cruzado ensamblado según se muestra en la práctica.

4.5.5. MONITORES DE RED Y PROTOCOLO DE INTERNET (IP)

4.5.5.1. Descripción

Partiendo de una introducción a la herramienta de monitorización de red, Ethereal, se presenta su interfaz gráfica como medio de interacción con el usuario, además de algunas características de sus principales funciones y de los filtros de captura y visualización. Se procede con el trabajo práctico, donde el primer paso es confirmar si la estación de trabajo

tiene instalada esta herramienta, de lo contrario se efectúa la debida instalación, se inician las actividades mediante la ejecución del proceso de captura de paquetes en un tráfico generado a partir del comando net send, de fácil utilización y que se emplea para enviar mensajes a otra estación perteneciente a la misma red; se emplean y observan funciones como “captura en modo promiscuo”, “Protocol Hierarchy Statistic” y “Follow TCP Stream” que permiten la familiarización con el entorno y forma de presentación de los resultados propio de esta herramienta. A continuación se pasa al segundo tema dispuesto para esta práctica que es el protocolo IP y se estudia su formato característico especialmente el papel de los campos que conforman el datagrama; para ello se establecen sesiones de Chat para el intercambio de mensajes mientras se capturan datos procedentes de la misma. Posteriormente se practican nuevas capturas donde los datos corresponden al resultado de la ejecución del comando ping cambiando el parámetro del tamaño de paquete. Luego se analizan los resultados obtenidos.

4.5.5.2. Objetivos

- Familiarizar al estudiante con una aplicación de monitorización de red que le permitirá interpretar y analizar la información contenida en los paquetes capturados en el proceso de monitorización.
- Entender el papel que desempeña del protocolo de Internet (IP) dentro del entorno del modelo TCP/IP y OSI durante el proceso de comunicación.
- Familiarizarse con las ventajas y características que este protocolo le ofrece a los niveles subyacentes mediante el análisis de servicios proporcionados por el mismo.
- Observar y entender las diferentes partes constitutivas con sus correspondientes campos del datagrama de nivel de red o paquete.

4.5.5.3. Elementos utilizados

- Computador con acceso a red e Internet.
- Analizador de protocolos: Ethereal

4.5.6. COMANDOS BÁSICOS DE TCP/IP

4.5.6.1. Descripción

El estudio previo de algunos comandos como Ping, Route, ARP, Netstat, Tracert, que vienen en el paquete del Protocolo TCP/IP, y algunos de los parámetros incluidos en su sintaxis, proporcionan los medios para entender el funcionamiento y utilidad de cada uno de ellos. Durante el desarrollo de esta guía se hace uso de cada una de estas herramientas de modo que el estudiante debe interpretar la información que suministran y de igual forma plantear la manera de aplicarlo en el caso que se necesite identificar y dar solución a cualquier posible falla que se presente en una red. Así el estudiante estará preparado para dar soluciones eficientes a los problemas más comunes en fallos de una red.

4.5.6.2. Objetivos

- Interpretar la tabla de enrutamiento que contiene instrucciones de cómo manejar el tráfico que se envía a la red local mediante el comando ROUTE.
- Determinar de qué manera el sistema origen resuelve la dirección hardware del sistema destino en el momento en que el protocolo IP de un sistema está preparado para transmitir un datagrama por la red mediante el comando ARP.
- Interpretar las estadísticas del tráfico de la red para los diferentes protocolos de TCP/IP dependiendo del parámetro que se le agregue al comando NETSTAT.
- Interpretar la ruta que siguen los paquetes IP para llegar a un sistema destino concreto mediante los resultados mostrados por el comando TRACERT.

4.5.6.3. Elementos utilizados

- Computador con acceso a Internet y con los paquetes del Protocolo TCP/IP instalados.

4.5.7. PING e ICMP

4.5.7.1. Descripción

Esta práctica se desarrolla empleando el comando *Ping* para probar la conectividad con equipos remotos y haciendo uso del analizador de protocolos *Ethereal* se inicia la captura de paquetes, filtrando los que contengan mensajes de ICMP; de manera que al finalizar la captura se puedan analizar en detalle el contenido de cada uno de los mensajes generados al hacer las pruebas de conectividad y se puedan determinar las posibles causas por las que se produce un error en la transmisión de datos. De esta forma, el estudiante logra entender cómo el protocolo ICMP proporciona funciones para informes de errores e información de enrutamiento a los dispositivos intermedios involucrados en el recorrido de un paquete por la red.

4.5.7.2. Objetivos

- Conocer el funcionamiento y entender la utilidad de una de las aplicaciones TCP / IP más sencillas como lo es el comando *PING*.
- Interpretar de qué forma el protocolo *ICMP* proporciona las funciones para informes de errores y el transporte de mensajes de petición y respuesta para programas de diagnóstico.
- Identificar los tipos de mensajes, códigos y funciones incluidos en el protocolo *ICMP*.

4.5.7.3. Elementos utilizados

- Computador con acceso a Internet y con los paquetes del Protocolo TCP-IP instalados.
- Analizador de Protocolos Ethereal.

4.5.8. TCP Y UDP

4.5.8.1. Descripción

Para entrar en el tema central de esta práctica, se brindan algunos conceptos relacionados con la herramienta de monitorización, Ethereal principalmente algunos filtros básicos usados tanto para captura como para la visualización de los datos resultantes. El otro concepto brindado hace referencia al Sistema de Nombres de Dominio (DNS) y del comando utilizado para consultarlo, Nslookup, donde se expone una breve sintaxis.

Una vez brindados estos conceptos se procede a emplearlos en el trabajo práctico que consiste en la ejecución de procesos de captura en diferentes servicios y aplicaciones cliente servidor, en estos procedimientos se interpretan los resultados obtenidos por la herramienta de monitorización, deteniéndose en la cabecera de los protocolos de la capa de transporte de la arquitectura TCP/IP, en el datagrama UDP y en el segmento TCP.

Se observan la función de los campos constitutivos de cada formato tanto en los servicios orientados a conexión como TELNET, FTP y HTTP, como en los no orientados a conexión, como DNS. También se llevan a cabo procesos de captura y usando una función propia de Ethereal, se realiza un seguimiento de una conexión, con el fin de determinar los pasos propios de la misma como son el establecimiento, mantenimiento y terminación.

4.5.8.2. Objetivos

- Analizar el funcionamiento del protocolo TCP a partir del uso de algunos protocolos de aplicación, comúnmente empleados.
- Verificar la función de los diferentes campos de la cabecera del segmento TCP y del datagrama UDP durante una comunicación.

- Interpretar la información suministrada por la herramienta de monitorización de red, específicamente en la cabecera referente al protocolo de transporte.
- Observar y entender la secuencia de mensajes involucrada en el proceso de consulta DNS.

4.5.8.3. Elementos utilizados

- Computador con acceso a red e Internet y con Ethereal como herramienta para monitorización de red

4.5.9. NAVEGADOR Y CORREO ELECTRÓNICO

4.5.9.1. Descripción

Se inicia con una descripción detallada de una aplicación cliente de HTTP, como es el navegador o browser Internet Explorer, aquí se presenta la interfaz gráfica de interacción con el usuario ofrecida por esta aplicación, se enumeran las características que permiten personalizar esta aplicación, también se dan a conocer las herramientas y funciones más importantes y que generalmente comparte con otras aplicaciones o browser del mismo tipo. En la etapa final, se muestran las propiedades de un programa cliente de correo electrónico muy completo y de fácil configuración, proporcionado por el navegador Opera.

El trabajo práctico consiste en familiarizarse con estas aplicaciones, empezando con el navegador web realizando visitas a algunos sitios web, se continúa con la configuración del programa cliente de correo y especialmente de su buzón POP3, que es un protocolo que permite que el correo sea recibido en la estación del usuario, al ser descargado automáticamente por el servidor y se finaliza con la verificación de la configuración, utilizando para ello, el envío de correo a cuentas ubicadas en diferentes servidores.

4.5.9.2. Objetivos

- Conocer a profundidad las aplicaciones cliente y con ellas los servicios TCP/IP más difundidos y utilizados en Internet como lo son el navegador y el correo Web.
- Establecer comunicaciones eficientes que permitan el ingreso a las fuentes de información dentro de Internet como también la forma de adquirirla eficazmente.

4.5.9.3. Elementos utilizados

- Aplicación cliente TELNET que se encuentra por defecto en el sistema operativo.
- Disponer de cuentas de correo POP3 y SMTP en algún servidor remoto destinado para prestar estos servicios.

4.5.10. PAGINA WEB

4.5.10.1. Descripción

Esta práctica parte de un marco conceptual, describiendo brevemente el protocolo HTML para la elaboración de páginas Web, luego se presenta una aplicación desarrollada para la edición de páginas Web y tomando como referencia esta aplicación se definen los elementos claves tanto físicos como contextuales que constituyen y se tienen en cuenta para la elaboración de una página web, para finalizar esta parte se explica como publicar la página web en una red determinada utilizando un programa cliente FTP para transferir dicha página al servidor y luego la habilitación correspondiente, mediante el cambio de los permisos en el servidor, usando una sesión de TELNET.

El trabajo práctico consiste en la elaboración de una página o sitio Web, que contenga los elementos descritos en el trabajo previo, para luego terminar con la publicación y visualización de esta página hospedada en el servidor pinguino@uis.edu.co, este servidor

hace parte de los dispositivos con que cuenta el Grupo de Investigación en Conectividad y Procesado de Señal¹ de la escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones; en el cual existe un dominio específico para el desarrollo de algunas de las sesiones de laboratorio de la asignatura Redes de Computadores I.

4.5.10.2. Objetivos

- Hacer uso de aplicaciones basadas en HTML para la creación y edición de páginas web.
- Brindar los fundamentos y pasos necesarios para la elaboración y publicación de una página Web básica en la red.

4.5.10.3. Elementos utilizados

- Computador con acceso a red e Internet.
- Analizador de protocolos: Ethereal

4.5.11. CLIENTE FTP

4.5.11.1. Descripción

Dentro de los conceptos necesarios para emprender el desarrollo de esta práctica se presentan los comandos básicos que maneja este servicio además de una descripción de los sistemas de archivos en las plataformas Linux, Windows y Unix, entorno de trabajo de los servidores en la red.

La primera parte del trabajo práctico busca familiarizar al estudiante con los comandos básicos empleados por la aplicación, para ello se usa el comando FTP proporcionado por

¹ Reconocido en la convocatoria de Grupos y Centros de Colciencias 2004

Windows, se establecen sesiones FTP con el servidor pinguino@uis.edu.co donde se han definido usuarios locales para propósito de la misma. La otra parte del trabajo es la utilización del programa cliente FTP WS_FTP con este programa se verifica lo realizado en el servidor pinguino@uis.edu.co, además, la aplicación es usada para buscar información dentro de algunos servidores distribuidos en Internet, para finalizar, se pide la comparación del desempeño en términos de la velocidad de transmisión y la eficiencia de estas aplicaciones basadas en el protocolo FTP con respecto a otros programas diseñados para descargar archivos de Internet.

4.5.11.2. Objetivos

- Conocer el servicio FTP desde algunas aplicaciones cliente que permitan manejar su repertorio de comandos.
- Familiarizarse con el entorno propio de esta aplicación, con el sistema de archivos de los sistemas operativos de los servidores que le facilite encontrar la información deseada.

4.5.11.3. Elementos utilizados

- Computador con acceso a red e Internet y sistema operativo Windows XP.
- Servidor Dell Power Edge 400sc
- Cuentas FTP habilitadas en el servidor.
- Programa cliente FTP: WS_FTP LE

4.5.12. SERVIDOR FTP

4.5.12.1. Descripción

Se inicia presentando el concepto de servidor y de las diferentes posibilidades para establecer un servidor específico de FTP en diferentes plataformas como Linux y Windows, luego se describen los dos programas de aplicación servidor que son GuildFTPd y VsFTPd haciendo énfasis en la forma de configuración de cada uno de ellos.

Al pasar al trabajo práctico se comienza con instalar y configurar el servidor GuildFTPd que trabaja en plataformas Windows; se pide que el estudiante defina algunos aspectos claves como son el tipo de usuarios, los grupos a los que pertenecen, el dominio de cada uno de ellos, la definición de los permisos tanto para grupos y usuarios y también algunas normas de seguridad y características de conexión con que cuenta esta aplicación. Finalizada esta parte, se procede a configurar y poner en funcionamiento el otro programa servidor FTP, VsFTPd en el entorno de Linux que ya viene preinstalado en Linux Red Hat 9; este servicio es configurado mediante la edición de un archivo destinado para tal fin denominado “vsftpd.conf”, también el estudiante configura diferentes tipos de usuarios, grupos, sus respectivos permisos y dominios, como algunas otras características tanto de las conexiones como de la seguridad. Para comprobar el funcionamiento del servicio se trabaja conjuntamente con un programa cliente FTP pudiéndolo hacer simplemente con el comando FTP de Windows o de Linux.

4.5.12.2. Objetivos

- Adquirir los conocimientos y destrezas en el manejo de herramientas que le permitan suministrar todo tipo de información y recursos dentro de Internet o una red similar.
- Comprobar las características de FTP en diferentes sistemas como Windows y Linux, orientadas a brindar este servicio.

4.5.12.3. Elementos utilizados

- Computador con acceso a red, con sistema operativo Linux Red Hat 9 y Windows XP.
- Programa servidor FTP bajo Windows: GuildFTPd
- Programa servidor FTP bajo Linux: VsFTPd

4.5.13. TELNET

4.5.13.1. Descripción

En esta práctica, mediante el uso del programa cliente TELNET, se ilustra la forma en que se puede abrir una conexión con cualquier servicio TCP en cualquier puerto y permitir al estudiante comunicarse con servidores remotos POP3, SMTP, HTML para realizar consultas y transferencias de correo electrónico y consultar páginas web respectivamente. En cada uno de los procedimientos se detallan claramente los comandos empleados para establecer cada una de estas comunicaciones, de manera que el estudiante puede comprender los diferentes estados y tipos de mensajes que se presentan según el tipo de servicio al que se desea acceder, e interpretar el diálogo establecido entre el cliente y el servidor.

4.5.13.2. Objetivos

- Familiarizar al estudiante con el uso del programa cliente, TELNET, uno de los protocolos más utilizados en Internet y en muchas de las redes privadas.
- Consultar una cuenta de correo de un servidor POP3 empleando TELNET.
- Realizar una transferencia de correo usando un servidor SMTP empleando TELNET.
- Acceder a un servidor WEB mediante el uso de la herramienta TELNET.

- Conocer el funcionamiento real de los protocolos POP3, SMTP y HTTP a partir de los comandos que se necesitan para establecer una conexión dependiendo del tipo de servicio al que se desea acceder.

4.5.13.3. Elementos utilizados

- Aplicación cliente TELNET que se encuentra por defecto en el sistema operativo.
- Disponer de un servidor POP3 y SMTP.

4.5.14. FRAME RELAY

4.5.14.1. Descripción

Partiendo de los conceptos básicos correspondientes a esta tecnología WAN y de una breve descripción de los enrutadores, switches y de su sistema operativo, se ingresa a los procedimientos o trabajo práctico. El trabajo consiste en el montaje de una configuración física ya establecida de un enlace WAN que conecta dos LAN ethernet; el estudiante debe hacer el reconocimiento de los diferentes elementos constitutivos de esta red, desde elementos simples de conexión como cables hasta los dispositivos activos. Luego se procede a realizar la configuración de los dispositivos usando el puerto de consola que permite la utilización de la línea de comandos. Establecida la configuración se finaliza con la adecuada verificación de conectividad de esta WAN.

4.5.14.2. Objetivos

- Emular una red WAN como una red encargada de proporcionar conexión entre redes LAN, usando un enrutador Cisco como switch frame relay.
- Brindar las herramientas que permitan observar y conocer las principales características, opciones y requisitos de esta tecnología.

- Familiarizarse con los dispositivos de red, como es el caso de los enrutadores Cisco series 1600 y 1700, el switch Cajun P333R mediante la manipulación de estos a través de su configuración usando línea de comandos.

4.5.14.3. Elementos utilizados

- 2 enrutadores cisco 1601.
- 1 enrutador cisco serie 1700.
- 1 switch P333R
- 1 hub
- 5 Terminales Dell Optiplex GX260
- Programa: HyperTerminal.
- 4 Cables de consola.
- 4 cables seriales WAN V.35.
- Patches cords UTP categoría 5. (RJ-45 a RJ-45)

4.6. VALORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Finalmente para poder medir algunos aspectos relevantes y relacionados con los objetivos de cada una de las prácticas, se diseñó un formato sencillo a manera de cuestionario que solicita la valoración y observaciones sobre estos aspectos a la persona que realiza la práctica.

Los aspectos que se consideraron importantes para el diseño de este formato son:

- Si se justifica el tema para una práctica
- Si existe buen enfoque de los objetivos planteados y su posible cumplimiento.
- Si existe buen contenido en el marco teórico.
- Si el lenguaje empleado en la práctica es de fácil comprensión
- Si los procedimientos que se realizan conservan un orden.

- Si la guía es suficientemente didáctica e ilustrativa.
- Su extensión en contenido y tiempo de realización.

4.6.1. DESCRIPCIÓN DEL FORMATO PARA LA VALORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

4.6.1.1. Encabezado

En esta parte del formato se solicita la siguiente información:

- Fecha
- Nombre de la Práctica
- Nombre de la persona que evalúa la práctica

4.6.1.2. Cuestionario

A continuación muestra la lista de preguntas relacionadas con los aspectos de la práctica de los que se desea obtener información:

- ¿Se justifica el tema para la realización de una práctica?
- ¿Los objetivos planteados en la práctica están orientados a profundizar y reforzar los conceptos importantes del tema de la misma?
- ¿El marco teórico concuerda con el tema de la práctica?
- ¿El marco teórico proporciona información importante para que el estudiante logre tener una idea de cómo cumplir con los objetivos?
- ¿El trabajo previo permite al estudiante profundizar los conceptos para el buen desarrollo de la práctica?
- ¿La información suministrada en la práctica permite que pueda ser realizada sin inconvenientes?

- ¿El lenguaje empleado en la práctica es entendible?
- ¿Los procedimientos realizados en la práctica tienen orden en su desarrollo?
- ¿Las imágenes utilizadas en la práctica ofrecen una buena orientación para realizar los procedimientos de la misma?
- ¿Las preguntas presentadas en la práctica están bien formuladas y concuerdan con lo que se pretende realizar o se hizo en ella?
- ¿La práctica es extensa en tiempo?
- ¿La práctica es extensa en contenido?
- ¿Cuánto tiempo se empleó en el “Trabajo Práctico”?

Para hacer más breve, el tipo de respuesta solicitada en todas las preguntas es SI, NO, OBSERVACIONES.

El formato de valoración se puede revisar más detalladamente en el anexo A.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se estructuraron las prácticas de laboratorio de la asignatura Redes de Computadores I evaluando el material disponible para tal fin, de acuerdo a las necesidades y recursos con los que se contaba para su desarrollo.
- Se diseñaron las prácticas de laboratorio con base en los temas principales contenidos en el programa de la asignatura, de modo que se llegara a contar con una cantidad más que suficiente de actividades prácticas para reforzar los conceptos de la materia y que permitan al docente la facilidad de agrupar las prácticas que considere de mayor importancia para el desarrollo de los temas.
- Gracias a la estructura sencilla, y al diseño didáctico e ilustrativo de las prácticas, estas permiten la asimilación de los conceptos de transmisión de datos y el funcionamiento de los protocolos más comunes de la arquitectura TCP/IP.
- Se emplearon herramientas de software de libre distribución o de versión de evaluación, y se facilitaron los equipos de red necesarios, disponibles en la sala del Laboratorio de Redes de Computadores I junto con sus manuales, para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

- Hacer uso de los recursos y equipos de red disponibles en la sala de laboratorio de Redes de Computadores I durante el desarrollo de estas prácticas, ofrece a los estudiantes el contacto inicial con este tipo de dispositivos que a futuro permiten familiarizarlos de manera más rápida con las nuevas tecnologías que constantemente se están desarrollando en esta área.
- Estas prácticas del laboratorio ofrecen la posibilidad de reforzar, valorar y evaluar los conceptos adquiridos en clase. Pueden ser empleados por el docente como una herramienta para medir el nivel de asimilación y generación de inquietudes por parte de sus estudiantes.

5.2 RECOMENDACIONES

- Para alcanzar un desarrollo óptimo de las prácticas propuestas por parte del estudiante tanto en la asimilación de conceptos como en el proceso de ejecución, se recomienda una lectura anticipada de aspectos teóricos básicos que se contemplan en la práctica, de las actividades previas, y así también de los manuales de los dispositivos que ella hiciera referencia.
- El formato de archivo final empleado en el diseño de las prácticas es el *PDF (Archivo de Documento Portable)*, que facilita el manejo y transporte de la información contenida en ellos, y que además se puede visualizar mediante una herramienta de libre distribución. Se recomienda que los documentos de estas prácticas puedan estar disponibles en un servidor de archivos o en un formato como el *HTML* que facilite la consulta desde una ubicación externa al laboratorio.

- Debido al gran contenido de la asignatura no fue posible abarcar en las prácticas todos los temas que cubre la asignatura, sin embargo, sí se trataron sus temas fundamentales. Se recomienda que poder ampliar la cantidad de prácticas para poder cobijar la mayor parte del contenido de la misma, de manera que se despierte mayor interés en los estudiantes en la profundización de los contenidos.
- Se encontró una limitante en la cantidad de equipos con los que cuenta la sala de Redes de Computadores I relacionada con el número de estudiantes que cursen la asignatura, por lo tanto se recomienda que en las prácticas en las que se requieran equipos como enrutadores y switches se distribuya en grupos a los alumnos del curso para facilitar el desarrollo de las actividades de laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

ALABAU, Antonio; RIERA, Juan. Teleinformática y redes de computadores, Segunda edición, Marcombo, 1992.

ALONSO, José. Protocolos de comunicaciones para sistemas abiertos, Addison-Wesley Iberoamericana, 1996.

CISCO SYSTEM INC. Frame relay. Copyright © 1992 - 2004. All right reserved. Available of the Word Wide Web: <http://www.cisco.com/cgi-bin/Support/browse/psp_view.pl?p=Technologies:Frame_Relay>

CISCO SYSTEMS. Interworking technologies handbook, Third edition, 2001.

COMER, Douglas E. Redes de computadoras, Internet e interredes, Prentice-Hall, 1997.

DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY. Internet Control Message Protocol. Available of the Word Wide Web: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0792.txt?number=792>> 1981. RFC 792.

DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY. Internet Protocol, Available of the Word Wide Web: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0791.txt?number=791>> 1981. RFC 791

DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY. Transmission Control Protocol. Available of the Word Wide Web: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0793.txt?number=793>>, 1981. RFC 793.

FEIT, Sidnie, TCP/IP, arquitectura, protocolos e implementación, además de IPv6 y seguridad IP. Segunda Edición, McGrawHill, 1998.

FOUROUZAN, Behrouz; COOMBS, Catherine y CHUNG, Sophia. Transmisión de datos y redes de computadores. Segunda edición. McGrawHill. 2002.

HALSALL, Fred. Comunicaciones de datos, redes de computadores y sistemas abiertos, Cuarta edición, Addison Wesley, 1998.

INTERNET ENGINEERING TASK FORCE. Address Resolution Protocol. Available of the Word Wide Web: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0826.txt?number=826>>, 1988. RFC 826

INTERNET ENGINEERING TASK FORCE. File Transfer Protocol, Available of the Word Wide Web: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0959.txt?number=959>> 1985. RFC 959

INTERNET ENGINEERING TASK FORCE. TELNET Protocol. Available of the Word Wide Web: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0854.txt?number=854>>, 1983. RFC 854

INTERNET ENGINEERING TASK FORCE. User Datagram Protocol. Available of the Word Wide Web: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0768.txt?number=768>> 1980.RFC 768

INTERNET ENGINEERING TASK FORCE. Domain Name System. Available of the Word Wide Web: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1034.txt?number=1034>>, 1987. RFC 1034

JENKINS, Neil; SCHATT, Stan. Redes de área local (LAN), Quinta edición, Prentice-Hall, 1996.

OPERA SOFTWARE ASA. M2 Opera mail. Copyright. All rights reserved. Available of the World Wide Web:<<http://www.opera.com/support/tutorials/opera/m2/>>

POWELL, Thomas A. Diseño de sitios Web, manual de referencia. McGrawHill, 2001

RAYA, José Luis y RAYA, Cristina. Redes locales, Alfaomega, 2002.

RED HAT INC. Getting started guide. Copyright © 2003.. All rights reserved. Available of the Word Wide Web: <<http://www.redhat.com/docs/manuals/linux/RHL-9-Manual/getting-started-guide/>>

SHAH, Steve. Manual de administración de Linux, McGrawHill, 2001

SHARPE, Richard; WARNICKE, Ed; LAMPING, Ulf. Ethereal user's guide. Copyright © 2004, Available of the Word Wide Web: <<http://www.ethereal.com/docs/user-guide/>>

STALLINGS, William. Comunicaciones y redes de computadores, Sexta edición, Prentice-Hall, 2003.

TANENBAUM, Andrew S. Redes de computadoras, Cuarta edición, Pearson Education, 2004.

ANEXO A.

FORMATO PARA LA VALORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE REDES DE COMPUTADORES I

A continuación se presentan una serie de preguntas que permiten valorar las prácticas diseñadas para el laboratorio de la asignatura de Redes de Computadores I.

FECHA: _____

NOMBRE DE LA PRÁCTICA: _____

NOMBRE DEL EVALUADOR: _____

1. ¿Se justifica el tema para la realización de una práctica?

SI NO

Observaciones: _____

2. ¿Los objetivos planteados en la práctica están orientados a profundizar y reforzar los conceptos importantes del tema de la misma?

SI NO

Observaciones: _____

3. ¿El marco teórico concuerda con el tema de la práctica?

SI NO

Observaciones: _____

4. ¿El marco teórico proporciona información importante para que el estudiante logre tener una idea de cómo cumplir con los objetivos?

SI NO

Observaciones: _____

5. ¿El trabajo previo permite al estudiante profundizar los conceptos para el buen desarrollo de la práctica?

SI NO

Observaciones: _____

6. ¿La información suministrada en la práctica permite que pueda ser realizada sin inconvenientes?

SI NO

Observaciones: _____

7. ¿El lenguaje empleado en la práctica es entendible?

SI NO

Observaciones: _____

8. ¿Los procedimientos realizados en la práctica tienen orden en su desarrollo?

SI NO

Observaciones: _____

9. ¿Las imágenes utilizadas en la práctica ofrecen una buena orientación para realizar los procedimientos de la misma?

SI NO

Observaciones: _____

10. ¿Las preguntas presentadas en la práctica están bien formuladas y concuerdan con lo que se pretende realizar o se hizo en ella?

SI NO

Observaciones: _____

11. ¿La práctica es extensa en tiempo?

SI NO

Observaciones: _____

12. ¿La práctica es extensa en contenido?

SI NO

Observaciones: _____

13. ¿Cuánto tiempo se empleó en el “Trabajo Práctico”?

Observaciones: _____

