

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**NETFIGURADOR:**

**El sistema experto en configuración de redes de área local**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**POR**

**HUGO ROLANDO JUÁREZ PAIZ**

**PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

**GUATEMALA OCTUBRE DE 1,996**

**PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central**

08  
T(3856)  
C4

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**NETFIGURADOR: El sistema experto en configuración de redes de área local**

tema que me fuera asignado por la Coordinación de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Hugo Rolando Juárez Paiz".

Hugo Rolando Juárez Paiz

Guatemala, 10 de octubre de 1996

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO</b>	Ing. Julio Ismael González Podszueck
<b>VOCAL 1ero.</b>	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
<b>VOCAL 2do.</b>	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
<b>VOCAL 3ero.</b>	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
<b>VOCAL 4to.</b>	Br. Freddy Estuardo Rodríguez Quezada
<b>VOCAL 5to.</b>	Br. Mario Nephtali Morales
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Francisco Javier González López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	Ing. Julio Ismael González Podszueck
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Sergio Silva Lorenzana
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Luis Barrundia
<b>EXAMINADOR.</b>	Ing. David Alvarez
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Francisco Javier González López

Guatemala, 3 de junio de 1996

Ing. Calixto Raúl Monzón Pérez  
Director de Escuela de la Carrera de  
Ingeniería en Ciencias y Sistemas,  
Universidad de San Carlos de Guatemala

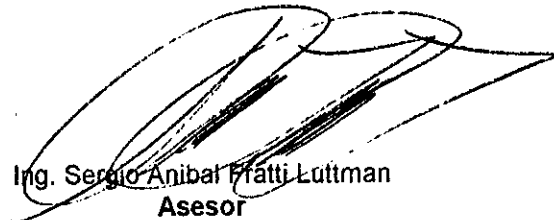
Estimado ingeniero Monzón:

Me permito presentarle por este medio, el trabajo de tesis del ingeniero infieri Hugo Rolando Juárez Paiz, titulado: **NetFigurador: El sistema experto en configuración de redes de área local.**

En mi calidad de asesor, he analizado el contenido del trabajo, así como las conclusiones y recomendaciones expuestas. Después de muchas reuniones de trabajo y discusiones durante la elaboración de este trabajo de tesis, habiéndole hecho las correcciones y modificaciones pertinentes y considerando que dicho trabajo es de gran interés para la Facultad de Ingeniería, dejo constancia de mi aprobación al mismo y me permito recomendar que dicha tesis se someta a consideración del tribunal que sea designado para el examen correspondiente.

Sin otro particular me es grato suscribirme de usted.

Atentamente



Ing. Sergio Anibal Fratti Luttman  
Asesor

PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
1996

Guatemala 19 de junio de 1996

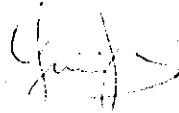
**Ing. Calixto Raúl Monzón Pérez**  
**Coordinador Ingeniería en Ciencias y Sistemas**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Estimado ingeniero Monzón:**

Por medio de la presente le informo que he revisado el trabajo de tesis titulado "NetFigurador: El sistema experto en configuración de redes de área local" presentado por el estudiante Hugo Rolando Juárez Paiz, y después de estudiarlo y corregirlo, certifico que el mismo cumple con los objetivos propuestos.

Extiendo la presente para que el ingeniero infieri Juárez Paiz pueda continuar con los tramites ordinarios de graduación.

**Atentamente**



**Ing. Francisco Javier Guevara Castillo**  
**Revisor de Tesis**  
**Ingeniería en Ciencias y Sistemas**



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 26 de junio de 1996.

Ing. Julio Ismael González Podszueck  
Decano  
Facultad de Ingeniería

Ingeniero González:

Me permito informarle que después de conocer el dictamen del Asesor del trabajo de Tesis, del estudiante HUGO ROLANDO JUAREZ PAIZ, titulado "NetFigurador: el sistema experto en configuración de redes de área local", procedo a la autorización del mismo.

Sin otro particular, me suscribo con las muestras de mi consideración y estima.

Atentamente.

Ing. Calixto Raúl Monzón Pérez  
Coordinador  
Ingeniería en Ciencias y Sistemas



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la autorización por parte del coordinador de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de tesis titulado **NETFIGURADOR: El sistema experto en configuración de redes de área local**, presentado por el estudiante Hugo Rolando Juárez Paiz, procede a la autorización para la impresión del mismo.

**IMPRIMASE:**

Ing. Julio Ismael González Podszueck

DECANO



Guatemala, octubre de 1996

## DEDICATORIA

---

**A DIOS,**

por su misericordia y por todas las bendiciones recibidas.

**A MI MADRE QUERIDA Rosa Emma,**

por todo el cariño, esfuerzo y dedicación que me ha brindado toda la vida, lo que me ha permitido alcanzar todas mis metas.

**A MI PADRE César Humberto,**

con mucho cariño, de quien he aprendido muchas cosas de la vida.

**MIS HERMANOS y HERMANAS César Oliverio, Edna Soraya, Carlos Alberto, Silvia Carolina, Luis Alfonso, Brenda Lorena, Luis Pedro, Rafaela y Natali,**  
de quienes he recibido mucho apoyo y cariño.

**A MIS OCHO SOBRINOS,**

Paola María, Pablo Cesar, David Josué, Daniel Roberto, Carlos Alberto, Ana Lucía, Luis Enrique y Oscar Alejandro,  
con mucho cariño.

**A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS,**

con quienes he compartido momentos inolvidables y de quienes guardo gratos recuerdos.

---



## **AGRADECIMIENTO**

---

A Mynor Nájera Cruz, por haber compartido conmigo parte de sus conocimientos, sin su importante ayuda no hubiera sido posible la elaboración del sistema experto.

Al mi asesor, ingeniero Sergio Fratti Luttmann, quien siempre estuvo en la disposición de dedicar parte de su valioso tiempo para la elaboración de este trabajo de tesis.

---

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL</b> .....	<b>1</b>
1.1 La inteligencia artificial. ....	1
1.2 Historia de la inteligencia artificial (IA).....	2
1.3 Aplicaciones de la inteligencia artificial .....	3
<b>CAPÍTULO 2 SISTEMAS EXPERTOS</b> .....	<b>4</b>
2.1 El experto humano. ....	4
2.2 Qué son los sistemas expertos.....	5
2.3 Historia de los sistemas expertos.....	5
2.4 Características de los sistemas expertos.....	6
2.4.1 Adquisición del conocimiento.....	7
2.4.2 Fiabilidad.....	7
2.4.3 Dominio del conocimiento.....	7
2.4.4 Resolución de problemas.....	8
2.5 Estructura de un sistema experto.....	8
2.5.1 Base de conocimiento.....	8
2.5.2 Base de hechos.....	9
2.5.3 Motor de inferencia.....	9
2.5.4 Módulos de comunicación.....	9
2.5.5 Módulo del experto.....	9
2.5.6 Módulo del usuario.....	10
2.6 Programación convencional vrs. ingeniería del conocimiento.....	10
2.6.1 Experiencia.....	10
2.6.2 Razonamiento simbólico.....	11
2.6.3 Profundidad.....	11
2.6.4 Auto-conocimiento.....	12
2.7 Aplicaciones de los sistemas expertos.....	12
2.7.1 Interpretación.....	13
2.7.2 Diagnóstico.....	13
2.7.3 Reparación, corrección o terapia.....	13
2.7.4 Control.....	14
2.7.5 Simulación, pronóstico o predicción.....	14
2.7.6 Monitorización.....	15
2.7.7 Planificación.....	15

<b>CAPÍTULO 3 REDES DE ÁREA LOCAL .....</b>	<b>16</b>
3.1 Qué es una Red de Área Local? .....	16
3.2 Razones para instalar una LAN .....	16
3.2.1 Características de una LAN .....	17
3.2.2 Aplicaciones de una LAN .....	18
3.3 Componentes de una LAN .....	18
3.3.1 Componentes de hardware .....	18
A El Servidor de archivos .....	18
A.1 Memoria de Acceso Aleatorio (RAM) .....	19
A.2 Unidad Central de Proceso (CPU) .....	19
A.3 Discos duros o sub-sistemas de disco .....	20
A.4 Arquitectura del bus .....	22
A.5 Slots de expansión .....	23
B Estación de trabajo .....	23
C Tarjetas de interface de red .....	25
C.1 Tamaño en bits .....	25
C.2 RAM Buffering .....	25
D El HUB, concentrador o centro de cableado .....	27
E Módem de red .....	27
E.1 BPS (baudios por segundo) versus Baudios (baud rate) .....	28
E.2 Duplexación .....	29
F Impresoras .....	29
G Interconexión entre redes .....	29
G.1 Repetidores .....	29
G.2 Puentes (Bridges) .....	30
G.3 Encaminadores (Routers) .....	31
3.3.2 Componentes de software .....	32
A El sistema operativo de red .....	32
A.1 Características del NOS .....	32
B El sistema operativo de la estación de trabajo .....	33
C El Network Shell .....	33
3.4 Tecnologías de LAN .....	33
3.4.1 Medios de transmisión y topologías físicas .....	33
A Cableado .....	34
A.1 Par trenzado sin blindaje (Unshielded Twisted Pair - UTP) .....	34
A.2 Par trenzado con blindaje (Shielded Twisted Pair - STP) .....	35
A.3 Cable coaxial .....	35
A.4 Fibra óptica .....	36
B Conectores .....	37
B.1 Repetidores .....	39
B.2 Los terminadores .....	39
B.3 Rosetas .....	39
B.4 Conectores cruzados .....	39
3.4.2 Topologías físicas .....	40
A Topología de estrella .....	40
B La topología de anillo .....	41
C Topología de bus .....	42
D La topología estrella-anillo .....	43
E Topología de árbol .....	43

3.4.3	Protocolos de comunicación.....	44
A	Paquetes de información.....	44
B	Jerarquía de protocolos OSI.....	45
B.1	El nivel físico.....	47
B.2	El nivel de enlace de datos.....	47
B.3	El nivel de red.....	47
B.4	El nivel de transporte.....	47
B.5	El nivel de sesión.....	48
B.6	El nivel de presentación.....	48
B.7	El nivel de aplicación.....	48
C	El Flujo de Información.....	48

## CAPÍTULO 4 IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE REDES ..... 49

4.1	Fase de estudio.....	50
4.1.1	Investigación y análisis.....	50
A	Paso 1. Recolectar información de fondo.....	50
B	Paso 2. Definir el problema.....	50
C	Paso 3. Evaluar los requerimientos.....	50
D	Paso 4. Identificar recursos y limitaciones.....	51
E	Paso 5. Escribir el reporte.....	51
4.1.2	Estudio de factibilidad.....	51
A	Costos y beneficios.....	52
4.1.3	Reporte de la fase de estudio.....	52
4.1.4	Instalar o no Instalar?.....	52
A	Mayor eficiencia.....	53
B	Mayor control.....	53
C	Mayor productividad.....	53
D	Reducción de costos.....	53
E	Mejor servicio.....	54
4.2	Fase de selección y diseño.....	54
4.2.1	Seguridad del sistema.....	54
4.2.2	Manejo adecuado del sistema.....	55
A	Procedimientos y políticas.....	55
B	Mantenimiento.....	57
4.2.3	Consultar a los usuarios.....	57
4.2.4	Desarrollo de los procedimientos de diseño.....	58
4.2.5	Desarrollar el flujo de información.....	58
4.2.6	Seleccionando la mejor topología.....	58
4.2.7	Seleccionar el apropiado medio de transmisión.....	58
4.2.8	Evaluando el software.....	59
4.2.9	Evaluando el Hardware.....	59
4.2.10	Creando la red de área local mas apropiada.....	59
4.2.11	Preparar el reporte de la fase de diseño.....	60

<b>CAPÍTULO 5 NETFIGURADOR</b> .....	<b>61</b>
5.1 Introducción.....	61
5.2 Herramienta de desarrollo.....	61
5.3 Metodología.....	61
5.4 Estructura de NetFigurador.....	62
5.5 ¿Cómo ejecutar VPEXPERT para utilizar NetFigurador ?.....	64
5.6 Limitaciones de NetFigurador.....	64
5.7 ¿Cómo funciona NetFigurador?.....	65
5.7.1 Requerimientos.....	66
5.7.2 Sistema operativo de red.....	66
5.7.3 Servidor de archivos.....	66
5.7.4 Estaciones de trabajo.....	67
5.7.5 Conectividad.....	67
5.8 Interfaz con el usuario.....	67
5.9 Cómo actualizar los cambios tecnológicos.....	67
5.10 Resultado final.....	68
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>71</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>73</b>
<b>APÉNDICE A CASO DE ESTUDIO</b> .....	<b>74</b>
<b>APÉNDICE B LISTADO DEL SISTEMA EXPERTO NETFIGURADOR</b> .....	<b>76</b>
<b>APÉNDICE C CONSTANTES UTILIZADAS POR NETFIGURADOR</b> .....	<b>84</b>
<b>APÉNDICE D ELEMENTOS DE CONFIGURACION</b> .....	<b>85</b>

## OBJETIVOS

---

### Generales

- a. Proporcionar un documento de consulta en las áreas de sistemas expertos y redes de área local.
- b. Proporcionar una herramienta para la configuración de redes de área local

### Específicos

- a. Utilizar la teoría general de sistemas expertos y el conocimiento de expertos en el área de redes, para desarrollar una herramienta para configuración de redes nuevas que permita al profesional de sistemas tener una solución imparcial en el establecimiento de redes de área local.
- b. Brindar una herramienta flexible que permita integrar los cambios tecnológicos para mantener un sistema experto que cumpla con los requerimientos del mundo cambiante de la computación.
- c. Proporcionar al profesional de sistemas con poca experiencia en el área de redes, un instrumento que le permita configurar redes de área locales funcionales.
- d. Proveer de una metodología para la selección de los elementos de una red de área local.

## GLOSARIO

- 10Base2:** especificación de IEEE, similar a Ethernet, el cual utiliza cable coaxial delgado que admite velocidades hasta de 10Mbps (millones de bits por segundo), y permite una distancia máxima de 185 metros por segmento. También es llamado cheapernet (red barata).
- 10Base5:** norma 802.3 de IEEE que especifica la banda base de la capa física, similar a Ethernet, el cual utiliza cable coaxial grueso que admite velocidades de hasta 10Mbps, y permite una distancia máxima de 500 metros por segmento.
- 10BaseT:** especificación 802.3 de IEEE, que utiliza cable par trenzado sin blindaje (UTP) y permite velocidades de 10Mbps.
- Ancho de banda:** la diferencia entre las frecuencias más altas y más bajas disponibles para las señales de una red. El término también es utilizado para describir la capacidad de un medio de comunicación o un protocolo dentro de una red.
- ANSI:** abreviatura de American National Standards Institute (Instituto nacional de estándares americanos). Es el comité coordinador para establecimiento de estándares en estados unidos. ANSI es un miembro de la International Organization for Standardization (OSI).
- AUI:** abreviatura de Attachment Unit Interface. Es un cable que se rige por la norma 802.3 de IEEE que conecta un MAU a un dispositivo de la red.
- Byte:** término genérico utilizado para referirse a una serie de dígitos binarios consecutivos que son operados como una unidad.
- Cable:** medio de transmisión compuesto por cables o fibras ópticas protegidas por una cubierta.
- Cable Coaxial:** cable que consiste de un conductor cilíndrico y hueco en la parte externa que rodea un alambre conductor en la parte interna. Dos tipos de cable coaxial son utilizados comúnmente en la instalación de redes de área local: cable de 50 ohms, y es utilizado para señalización digital, y cable de 75 ohms, y es utilizado para señalización análoga y digital de alta velocidad.
- Cable de fibra óptica:** medio delgado y flexible capaz de conducir transmisiones moduladas de luz. Comparado con otros medios de transmisión, el cable de fibra óptica es más costoso, no es susceptible a interferencias de tipo electromagnético, y es capaz de transmitir a altas velocidades.
- Correo electrónico:** ampliamente usado en aplicaciones de red en el cual los mensajes de correo con transmitidos electrónicamente entre usuarios sobre varios tipos de redes usando varios tipos de protocolos.
- Conector BNC:** conector estándar utilizado para conectar cable coaxial IEEE 802.3 10Base2 a un transceiver.
- CSMA/CD:** abreviatura de Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection. (Multiple acceso con portadora inteligente y detección de colisiones. Es un mecanismo de acceso del canal de comunicación en el cual los dispositivos que desean transmitir, primero chequean si tienen acceso al mismo. Si no tienen acceso por un período de tiempo, el dispositivo transmite. Si dos dispositivos transmiten a la vez, una colisión ocurre y es

detectada por todos los dispositivos colisionados, lo que permite un retraso de tiempo aleatorio para transmitir de nuevo.

**Ethernet:** especificación de redes de área local de banda base inventada por Xerox Corporation y desarrollada en conjuntamente con Intel y Digital Equipment Corporation. Las redes Ethernet operan a velocidades de 10Mbps usando CSMA/CD para transmitir sobre cable coaxial. Ethernet es similar a las series de estándares producidos por IEEE referidos como estándar 802.3 de IEEE.

**Hertz:** abreviado "Hz", es una medida de la frecuencia o ancho de banda. Sinónimo de ciclos por segundo.

**Hub:** término generalmente utilizado para describir un dispositivo que sirve como centro de cableado en una red con topología de estrella. En la terminología Ethernet/IEEE 802.3, un hub es un repetidor multipuerto de Ethernet, el cual en algunas ocasiones es llamado concentrador. El término es también usado para referirse a un dispositivo de hardware/software que contiene múltiples módulos independientes para conectar equipo de red.

**IEEE:** Institute of Electrical and Electronic Engineers (Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos). Organización profesional que define los estándares de las redes. Los estándares de red de IEEE son los estándares de redes que predominan hoy en día, incluyendo protocolos similares o virtualmente equivalentes a Ethernet y Token Ring.

**IEEE 802.3:** protocolo de red de IEEE que especifica la implementación de la capa física y la subcapa MAC de la capa de enlace. IEEE 802.3 usa el acceso con CSMA/CD como una variedad de velocidades sobre una variedad de medios físicos. Una variación de IEEE 802.3 (10Base5) es muy similar a Ethernet.

**IEEE 802.5:** protocolo de red de IEEE que especifica la implementación de la capa física y la subcapa MAC de la capa de enlace. IEEE 802.5 usa el acceso de paso de portadora de 4 a 16 Mbps sobre cable de pares trenzados y es muy similar a Token Ring de IBM.

**Interface:** una conexión entre dos sistemas o dispositivos.

**Internet:** término utilizado para referirse a la red de computadoras más grande del mundo, la cual conecta miles de redes al rededor del mundo y la cual tiene una "cultura" basada en la simplicidad, investigación, y estandarización basada en el uso de la vida real.

**ISO:** abreviatura de International Standards Organization (Organización internacional para la estandarización). Es una organización que es responsable de una gran cantidad de estándares, incluyendo los que se refieren a redes. ISO es responsable del modelo de red de referencia más popular: el modelo de referencia OSI.

**Memoria de almacenamiento temporal:**

es una área de almacenamiento utilizada para mantener datos de forma temporal y de tránsito. La memoria de almacenamiento temporal regularmente es utilizada para compensar la diferencia de la velocidad de proceso de los dispositivos de la red. Las cantidades grandes de datos pueden ser almacenados en este tipo de memoria hasta que puedan ser atendidos por dispositivos lentos de procesamiento.

**OSI:** abreviatura de Open System Interconnection. Es un programa de estandarización internacional creado por ISO y CCITT para desarrollar estándares para datos en red, que facilitará la interoperabilidad entre los fabricantes de equipo de cómputo.



- Puente:** comúnmente conocido por "bridge", es un dispositivo que conecta y pasa paquetes de información de un segmento de red a otro. Los puentes operan en la capa número 2 del modelo de referencia OSI (la capa de enlace) y son insensitivos a los protocolos de capas superiores.
- RJ-45:** estándar de conectores de 8 alambres. También son utilizados en instalaciones de líneas telefónicas.
- RS-232-C:** popular interface de la capa física. Generalmente utilizado para transmisión-recepción de datos.
- Subcapa MAC:** abreviación de Subcapa de Media Access Control (Control de acceso del medio). Es definido por IEEE, como la porción más baja del modelo de referencia OSI de la capa de enlace. La subcapa MAC está relacionada con el acceso al medio de transmisión, tal como si el paso de token o contienda fueran a ser utilizados.
- Topología de anillo:** topología en la que la red consiste en una serie de repetidores conectados uno a otro por interconexiones con transmisiones unidireccionales en forma de ciclos cerrados. Cada estación conectada a la red funciona como un repetidor.
- Topología de árbol:** topología de red similar a la topología de bus, excepto que en las redes de árbol pueden existir ramificaciones. Como en la topología de bus, la transmisión de una estación se propaga a lo largo del medio de transmisión y es recibida por las otras estaciones.
- Topología de bus:** arquitectura lineal de redes de área local en la cual la transmisión de las estaciones de la red se propagan a lo largo del medio de comunicación (cable) y es recibida por las otras estaciones.
- Topología de estrella:** topología de red en el cual los puntos finales en la red son conectados a interruptores centrales con conexiones de punto a punto.
- TCP/IP:** abreviatura de Transmission Control Protocol / Internet Protocol (Protocolo de control de transmisión / protocolo de Internet). Nombre común dado el conjunto de protocolos desarrollados por el departamento de la defensa de los Estados Unidos en 1970 para soportar la construcción de redes interconectadas al rededor del mundo.

## INTRODUCCIÓN

---

En nuestro medio, las redes de área local se han convertido en uno de los recursos más importantes de las organizaciones, porque se les permite mantener información en línea y compartirla, manipular mensajes y aprovechar recursos de hardware (impresoras, módems, discos duros, etc.) y software (procesadores, hojas electrónicas, bases de datos, archivos, etc.); todo a un costo razonable. Sin embargo, cuando una de estas organizaciones requiere del análisis de requerimientos para la configuración de su red, debe recurrir a los proveedores, quienes en muchas ocasiones no les ofrecen lo que realmente necesitan.

NetFigurador es un sistema experto que proporciona criterios imparciales en el establecimiento de nuevas redes de área local, según los requerimientos de la organización, en cuanto a los elementos básicos de hardware y software, además de ofrecer las sugerencias sobre la topología y los elementos de conectividad necesarios.

El sistema experto NetFigurador se diseñó para asistir al profesional de sistemas, en el proceso de selección de partes y piezas disponibles para redes y ensamblarlas en una red de trabajo funcional y productiva; el software de red y sus especificaciones son necesarios para el manejo de la red y NetFigurador proporciona la información conveniente para tomar una decisión. El NetFigurador tiene la característica de podersele agregar y modificar información de los elementos de configuración, con la idea de mantener un sistema experto que esté al lado de los cambios tecnológicos.

El sistema experto NetFigurador le permitirá conocer a partir de donde se obtienen las sugerencias que proporciona y le permitirá cambiar parámetros que considere convenientes, con el objeto de obtener un conjunto de posibles soluciones de la configuración de la red para la organización.

Configurar, debe entenderse en este contexto como la acción de definir todas las características que debe poseer la red, incluyendo aspectos de carácter técnico, un recuento de los elementos de la red y sus especificaciones, además del software de red.

En el capítulo uno, se presenta una breve introducción a la inteligencia artificial incluyendo una corta historia y sus aplicaciones.

**El segundo capítulo muestra los conceptos de sistemas expertos, su estructura y aplicaciones.**

**El capítulo tres detalla en forma sencilla, toda la teoría general de redes de área local, en donde se define la utilización de los elementos de la red.**

**El cuarto capítulo presenta los aspectos que deben considerarse en la implementación de nuevas redes de área local.**

**El quinto muestra el sistema experto NetFigurador, su estructura, la herramienta de desarrollo, la metodología, sus limitaciones y una explicación de cómo funciona.**

**Se incluyen cuatro apéndices, entre ellos un caso de estudio.**

---

# CAPÍTULO 1

## Inteligencia Artificial

---

Desde la antigüedad, el hombre ha deseado librarse de las tareas más complejas que realiza, y esto le ha llevado a un esfuerzo continuo que poco a poco ha ido dando sus frutos, los desarrollos de la inteligencia artificial son un paso más en este camino.

La inteligencia artificial se define como la ciencia que trata de la comprensión de la inteligencia y del diseño de máquinas y programas inteligentes, es decir, el estudio y la simulación de las actividades intelectuales del hombre.

### 1.1 La Inteligencia Artificial.

Desde que la Segunda Guerra Mundial terminó, grupos separados de científicos ingleses y americanos trabajaron para desarrollar lo que en la actualidad llamamos computadora. Cada grupo quiso crear una máquina electrónica que pudiera ser guiada por un programa almacenado y hacer que llevara a cabo una serie de cálculos numéricos complejos.

El principal de los científicos ingleses, Alan Turing, argumentó que una vez creada una máquina de propósito general, podría tener muchos usos diferentes. Reflexionando en toda la teoría de lógica formal que había realizado antes de la guerra, sostuvo que todas las instrucciones fundamentales dadas a tal máquina debía estar basada en operadores lógicos.

Uno podría entonces utilizar tales operadores para reunir los más especializados operadores numéricos necesitados en cálculos numéricos, además, los programas basados en operadores lógicos serían capaces de manipular cualquier tipo de material simbólico con el que se quisiera trabajar, incluyendo declaraciones en lenguajes ordinarios.

Los científicos americanos fueron más prácticos; se dieron cuenta de que la máquina sería demasiado costosa de construir. En consecuencia, asumieron que no podrían construir muchas de ellas. Desde entonces, confiaron en que podrían construir una máquina que ejecutara sólo operaciones aritméticas, ellos decidieron, en su lugar, utilizar operadores aritméticos. Esta decisión, que fue la que posteriormente siguieron también los británicos, llevó a desarrollar computadoras muy grandes que son esencialmente máquinas de cálculo muy rápido. A pesar de la gran proliferación de computadoras desde 1946, esta decisión siempre pareció muy razonable para las personas involucradas con las computadoras, hasta hace pocos años.

A pesar de que las computadoras fueran construidas con procesadores numéricos, un pequeño grupo de científicos de computadoras continuaron explorando la habilidad de las computadoras para manipular símbolos no numéricos.

Simultáneamente, psicólogos que se dedicaban a la solución de problemas humanos, pensaron en desarrollar programas de computadora que simularan el comportamiento humano. Al pasar los años, personas individuales interesadas en el procesamiento simbólico y resolución de problemas humanos, formaron un subcampo interdisciplinario de las ciencias de la computación llamado Inteligencia Artificial. La investigación de la Inteligencia Artificial se ha interesado en el desarrollo de sistemas de computación que produzcan resultados que normalmente asociaríamos con la inteligencia humana.

La inteligencia artificial puede dividirse en tres áreas independientes de investigación. Un grupo de investigadores de Inteligencia Artificial que se interesó primeramente en el desarrollo de programas de computadora que puedan leer, hablar o entender el lenguaje como las que ellos utilizan en sus conversaciones; este tipo de programación es comúnmente conocido como procesamiento de lenguaje natural.

Otro grupo de científicos se interesó en el desarrollo de robots inteligentes; ellos se interesaron principalmente en el desarrollo de programas de visión y tacto que permitieran a los robots observar los cambios que se dan al tomar un lugar y moverse dentro de él. El tercer grupo de investigadores se

interesó en desarrollar programas que usaran conocimiento simbólico para simular el comportamiento de los expertos humanos, a este tipo de programas se les conoce como **sistemas expertos**.

## 1.2 Historia de la Inteligencia Artificial (IA)

La inteligencia artificial, tal como hoy la concebimos, hace su aparición en la década de los cincuenta, cuando se empiezan a escribir programas de computadora de tipo simbólico para la resolución automática de problemas.

El desarrollo de la IA ha estado unido desde sus orígenes a los avances tecnológicos en el campo de las computadoras, y éstas están íntimamente ligadas a los desarrollos de la microelectrónica.

Para Forsyth (1986), la historia de la Inteligencia Artificial se divide en cuatro décadas:

- 1950                    Redes Neurales
- 1960                    Heurística
- 1970                    Sistemas Expertos
- 1980                    Aprendizaje de las Máquinas

En 1943, S.Warren, MCCulloch y Waller Pitts trabajaron con redes neurales, las que brevemente pueden describirse como el estudio de modelos siguiendo la arquitectura del cerebro humano con el fin de conseguir con ello la realización de las tareas propias del cerebro de una forma artificial, incluyendo, por supuesto, la inteligencia.

La semejanza entre el cerebro humano y una computadora es puramente anecdótica, pues cada neurona es en realidad un "procesador binario" muy sencillo, que proporciona como salida el valor 1 ó 0 dependiendo de las señales que le llegan de otras neuronas. Cada "procesador binario" puede estar activo o inactivo, dependiendo del proceso que se esté realizando. El acceso a la memoria no es por la dirección de memoria donde se encuentra físicamente el contenido, como ocurre en las computadoras actuales, sino es directamente por su contenido.

Todo esto lleva a pensar en estructuras y procesos nuevos como: las búsquedas inteligentes de la información, las organizaciones asociativas de la memoria, las redes jerárquicas, las arquitecturas conectivistas de procesadores, los procesadores con pequeños juegos de instrucciones, etc.

Esta línea de investigación y desarrollo perdió el interés rápidamente, tal vez por la complejidad de los problemas con los que hay que enfrentarse desde el principio; como muestra de los mismos se debe recordar que el número de neuronas que componen el cerebro con cerca de los 10 billones y el número de enlaces que mantiene cada neurona con las que se rodean van de 1000 a 10000 enlaces. Por otra parte, influyó en los círculos científicos el libro escrito por Marvin Minsky y Symoaur Papert en la que demostraban que máquinas como el PERCEPTRON, basada en redes neurales, solamente eran factibles para la resolución de problemas sencillos.

La máquina más famosa, que se construyó con esta filosofía, fue el PERCEPTRON (1957) de Frank Roseblett de la Universidad de Cornell. Esta máquina tenía tres capas, una de percepción, otra de asociación y una tercera de respuesta.

En estos últimos años, de nuevo cobran actualidad los trabajos realizados en esta época y la tecnología de integración de dispositivos se va acercando rápidamente a las necesidades que se apuntaban en aquel momento, y así para los años 90 se espera conseguir densidades de integración en las memorias de tipo RAM próximas a las densidades del cerebro humano (1Mbit/100 mm<sup>3</sup>).

La investigación en esta línea está centrada en la percepción de sonidos e imágenes y en las grandes posibilidades que encierra para procesos de aprendizaje.

Así, en el campo teórico se puede destacar de entre los desarrollos actuales el NETTALK que es una computadora neural teórico que aprende a leer y que ha sido concebido por Terry Sejnowski de la Universidad de Hopkins.

En el campo de los circuitos, conviene destacar los trabajos que se están realizando desde 1985 en torno a las arquitecturas conectivistas (de 50,000 a 1,000,000 de procesadores elementales interconectados) de los cuales es un exponente la reciente comercialización de TRANSPUTER.

De entre los hechos históricos más importantes para la inteligencia artificial, conviene señalar los siguientes:

- En 1950 Alan Turing (1912-1954) ideó una prueba para reconocer "comportamientos inteligentes"; esta prueba dice que la inteligencia de un sistema viene dada por la sensación de la inteligencia que recibimos por una terminal conectado a un interlocutor desconocido para nosotros y que es el sistema bajo estudio.
- En 1955 Alled Newell, J.C.Shaw y Herbert Simon de la Universidad Carnegie Mellon, desarrollaron el lenguaje IPL II que se considera el primer lenguaje de la Inteligencia Artificial.
- En el verano de 1956 cuando John McCarthy del Dartmouth College acuña el término de Inteligencia Artificial.
- En 1969 se celebró el primer congreso internacional de la Inteligencia Artificial y en 1970 apareció la revista Artificial Intelligence.

### 1.3 Aplicaciones de la Inteligencia Artificial.

Dentro de Inteligencia Artificial, dada su gran extensión, existen muchos campos de aplicación entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- La robótica (manipulación): estudia las máquinas capaces de realizar procesos mecánicos repetitivos y tareas manuales de las cuales es capaz el hombre.
- Los sistemas expertos (razonamiento): estudian la simulación de los procesos intelectuales de los expertos humanos como pueden ser: la interpretación de datos, el diagnóstico, la corrección, el monitoreo, el control, la predicción, la planificación, el diseño y la enseñanza.
- El lenguaje natural (percepción): estudia el uso del lenguaje natural (el que le es propio al hombre) como medio de comunicación con las máquinas (programas como las bases de datos, robots, etc.); es un problema complejo pues intervienen distintos procesos como son: la comprensión del lenguaje, la síntesis y el análisis de la voz, el resumen y la traducción.
- La visión por computadora (percepción): estudia la identificación, inspección, localización y verificación de objetos. Este campo está muy unido al de la robótica, pues una de las necesidades básicas de los robots es poder ver.
- El aprendizaje automático (aprendizaje): estudia el aprendizaje de nuevos conocimientos de forma automática por los programas de ordenador y por tanto, de las máquinas.
- Tratamiento inteligente de la información (razonamiento): estudia formas "inteligentes" para procesar y recuperar información almacenada en grandes bases de datos que de otra forma sería imposible, por el tiempo requerido en la búsqueda.
- La programación automática (creación): estudia las formas automáticas de generar programas que resuelvan los problemas planteados cumpliéndose una serie de especificaciones. Otras tareas que se analizan son: la verificación, la depuración y de programas.
- Los juegos (razonamiento): estudia aquellos problemas cuya resolución no necesita de explicación y justificación, sino que basta con que se cumpla con una serie de leyes o reglas del juego.

Muchas aplicaciones de la IA suelen necesitar la intervención de varios de estos campos.

## CAPÍTULO 2

### Sistemas Expertos

Los sistemas expertos están tomando relevancia en las aplicaciones de resolución de problemas. En la actualidad, los sistemas expertos son ampliamente utilizados en diagnósticos médicos, simulación, monitorización, etc.

#### 2.1 El experto humano

En casi todas las áreas del conocimiento, existen personas completamente competentes en un área determinada del conocimiento.

Los expertos humanos se diferencian de las demás personas por un conjunto de características particulares entre los que se pueden mencionar:

Son personas excepcionales, tanto por su escaso número como su comportamiento poco "ortodoxo" e "incomprensible" frente a los problemas con los que se enfrentan.

Son costosos por dos motivos, por su escaso número y porque necesitan un largo período de aprendizaje en su formación.

No están siempre disponibles, pues son humanos y cuando se retiran o mueren se llevan con ellos todos sus conocimientos. Es por esto que tradicionalmente van acompañados de un "aprendiz" y que en la actualidad las grandes empresas los tengan "duplicados" con el fin de contar con sustitutos.

La tabla 2-1 muestra algunas diferencias entre una persona experta y una que no lo es:

	EXPERTO	NO EXPERTO
Tiempo de resolución	pequeño	grande
Eficacia resolutoria	alta	baja
Organización	alta	baja
Estrategias tácticas	si	no
Búsqueda de soluciones	heurística	no heurística
Cálculos aproximados	si	no

Tabla 2-1 Diferencias entre una persona experta y una persona no experta.

El tiempo de formación de un experto suele estimarse de cinco a diez años. La forma más rápida de formar a un experto es mediante el aprendizaje formal o académico (conocimiento profundo) en un principio y posteriormente un aprendizaje informal (conocimiento superficial).

Los expertos durante mucho tiempo transmitían sus conocimientos de forma oral y así lo hacían por ejemplo los maestros medievales a sus aprendices. Luego debido al crecimiento de la "demanda" de expertos se ha hecho de forma escrita y formando escuela, que poco a poco ha derivado en una progresiva separación entre la teoría y la práctica, y un alejamiento de la realidad.

La proporción entre teoría y práctica en los planes de estudio ha sido y sigue siendo un punto de controversias muy importante.

Existen otras muchas definiciones sobre lo que es un experto humano, que inciden en algunas de las características ya mencionadas.

- "Un experto es una persona, que por su entrenamiento y experiencia, es capaz de hacer trabajos que el resto de personas no pueden hacer", esta definición adolece de su falta de universalidad, ya que depende del tiempo y del lugar. Así, una persona que sabe leer y escribir es un experto en un país con un alto índice de analfabetismo o lo hubiese sido en plena Edad Media, mientras que aquí y en el momento actual no lo sería.
- "Un experto es quien resuelve con facilidad, como una rutina, problemas que a la mayoría les resultaría complejos y por tanto extraordinarios", similar a la anterior.

- "Un experto es una persona que cada vez tiene más conocimientos, sobre menos temas", no deja de ser una descripción humorística de una realidad que advierte el resto de las personas.
- "Un experto es un hombre que ha dejado de pensar, sabe.", debida a F.Lloyd Wright es sin duda algo más profunda que la anterior.
- Para la Real Academia de la Lengua española un experto es "un sabio, práctico, hábil, que tiene experiencia en una ciencia o arte,..."; sin duda es la más descriptiva.

## 2.2 Qué son los sistemas expertos

Un Sistema Experto, o sistema basado en conocimiento, es un conjunto de programas de computadora que son capaces, mediante la aplicación de conocimientos, de resolver problemas en un área determinada del conocimiento o del saber y que ordinariamente requerirían de la inteligencia humana.

Es notorio que la definición, pese a ser muy completa, no es universal, pues el momento en que existan los Sistemas Expertos en un área, ya no se requeriría de la inteligencia humana pues bastaría con la inteligencia artificial en el momento en que ésta piense por sí misma.

Una definición más universal es la que dice: "Un Sistema Experto es un programa de computadora que reemplaza a un experto humano", lo que basada en la prueba de existencia de Inteligencia Artificial debida a Alan Turing y que se particulariza para los Sistemas Expertos en: "Si la ejecución de un conjunto de programas de computadora puede convencernos de que su comportamiento es el que tendría un experto humano, entonces este conjunto de programas sería un verdadero Sistema Experto"<sup>1</sup>.

El proceso de construir un Sistema Experto es acertadamente llamado Ingeniería del Conocimiento, el cual típicamente involucra una forma especial de interacción entre el desarrollador del Sistema Experto, llamado ingeniero del conocimiento, y uno o más expertos humanos en alguna área del conocimiento.

El ingeniero del conocimiento "extrae" del experto humano sus procedimientos, estrategias y reglas para la resolución de problemas, y transforma este conocimiento en el sistema experto; esto se ilustra mejor en la figura 2-1.

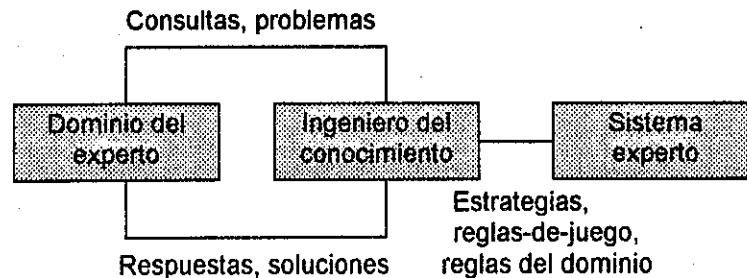


Figura 2-1 Ingeniería del conocimiento: transferencia de un experto a un programa de computadora.

## 2.3 Historia de los sistemas expertos

El objetivo de los científicos de la Inteligencia Artificial siempre ha sido desarrollar programas de computadora que pudieran en algún sentido "pensar", por ejemplo, solucionar problemas que hasta cierto punto eran una potestad de la inteligencia humana.

En los sesenta, la Inteligencia Artificial intentó simular el complicado proceso del pensamiento por la búsqueda de métodos generales para resolución de una gran cantidad de problemas y de muchas clases; ellos usaron estos métodos en programas de propósito general. Sin embargo, a pesar de algunos progresos interesantes, esta estrategia no produjo ningún descubrimiento relevante.

Los científicos de la Inteligencia Artificial decidieron que debería haber otra forma de hacer un programa de computadora inteligente. Eso fue demasiado difícil de hacer, en un programa entero de propósito general, ellos se concentrarían en lugar de eso en métodos generales de desarrollo o técnicas para usar en programas más especializados.

<sup>1</sup> Concepto acuñado por Forsyth en 1986.



Así, durante los años setenta se concentraron en técnicas de representación (como formular el problema de tal manera que sea fácil de resolver) y búsqueda (como controlar hábilmente la búsqueda de una solución tal que no fuera demasiado grande o utilizara demasiado recurso de memoria de la computadora). De nuevo la estrategia desarrollada es un poco satisfactoria pero no es un descubrimiento relevante.

No fue hasta finales de los años setenta que los científicos de la Inteligencia Artificial comenzaron a realizar algo completamente importante: el poder de resolución de problemas de un programa viene del conocimiento que se posea, no sólo de los formalismos y esquemas de inferencia empleados.

El descubrimiento conceptual fue hecho y puede ser completa y simplemente declarado.

**Para hacer un programa inteligente, hay que dotarlo de mucha cantidad de conocimiento específico y de mucha calidad acerca de alguna área del conocimiento.**

Esta realización permitió desarrollar programas de computadora de propósito general, sistemas que fueran expertos en una pequeña área del conocimiento. Estos programas fueron llamados Sistemas Expertos, y un nuevo campo de investigación comenzó.

#### **2.4 Características de los sistemas expertos**

La tecnología de construcción de sistemas expertos, es un área que está entre la ingeniería de programación y circuitos y el psicoanálisis. La lógica, la pedagogía y la psicología son tres de las ramas del saber de las que con más frecuencia se hace uso.

Realmente un sistema experto actual no se comporta como un experto humano, pues no se conocen todavía los procesos mentales que se ponen en funcionamiento en el momento de la inspiración. Es por esto que lo que realmente hace un Sistema Experto es simular estos procesos, pero de una forma mejorada, ya que el Sistema Experto tiene como características, gracias a su gran capacidad de comunicar, el explicar por qué procede de una u otra forma y el justificar los resultados obtenidos, dos puntos que a veces el experto humano no sabe o no desea explicar.

El corazón de un sistema experto es la poderosa *base de conocimiento* que acumula durante la construcción del sistema. El conocimiento es explícito y organizado para simplificar la preparación de las decisiones. La importancia de esta característica de los sistemas expertos puede ser sobre-enfatizada:

**La acumulación y codificación de conocimiento es uno de los más importantes aspectos de un sistema experto.**

Esto tiene una implicación que va más allá de la mera construcción de un programa para representar algunos tipos de tareas. Esto es porque el conocimiento que satisface al sistema experto es explícito y accesible, no como los programas convencionales.

Una de las más útiles características de un sistema experto es la *experiencia de alto nivel* que provee en la ayuda de resolución de problemas. Esta experiencia puede representar el mejor pensamiento de los expertos en cualquier campo, dirigiendo las soluciones del problema que son creatividad, exactitud y eficiencia. La experiencia de alto nivel junto con la habilidad son aplicables para hacer que el costo del sistema sea efectivo, capaz de obtener por sus propios medios un lugar en el ambiente comercial. La flexibilidad del sistema también ayuda aquí; él puede crecer incrementalmente para encontrar las necesidades del negocio o institución. Esto significa que uno puede comenzar con una inversión relativamente pequeña y expandirla con el tiempo como vaya surgiendo.

Otra característica útil de un sistema experto es su poder de *modelación predictiva*. El sistema puede actuar como una teoría de procesamiento de información o modelo de resolución de problemas en un dominio dado, proveyendo de las respuestas deseadas en situaciones de problemas dados y mostrando cómo ellos cambiarían en nuevas situaciones. El sistema experto puede explicar en detalle cómo la nueva situación ayuda en el cambio.

Esto permite al usuario el efecto potencial de los nuevos hechos o datos y entender sus relaciones en las soluciones. Similarmente, el usuario puede evaluar el efecto de nuevas estrategias o procedimientos sobre la solución, agregando nuevas reglas o modificando las ya existentes.

La base del conocimiento que define la habilidad de un sistema experto puede también proveer una característica adicional, una *memoria institucional*. Si la base del conocimiento fue desarrollada a través de interacciones con el personal en la oficina, departamento o boletas de información, esto representa la política actual o procedimientos de operación de ese grupo. Esta recopilación de conocimiento otorga una concienzuda opinión de alto nivel y es un registro permanente de las mejores estrategias y métodos usados por el equipo de trabajo. Cuando las personas clave lo permiten, su experiencia es retenida. Esto es importante en los negocios y especialmente criticado en el ambiente militar y de gobierno con sus rotaciones y frecuentes cambios de personal.

Una característica final de un sistema experto es su habilidad de proveer *facilidad de entrenamiento* por personas claves e importantes del grupo de trabajo. Los sistemas expertos pueden ser diseñados para proveer algún entrenamiento, desde que ellos ya contienen el conocimiento necesario y la habilidad de explicar sus procesos de razonamiento. El software debe ser agregado para proveer una tranquila y amigable zona de contacto con el usuario y el sistema experto, y conocimiento acerca de métodos de enseñanza y la modelación del usuario debe estar incluida. Como un dispositivo de entrenamiento el sistema experto provee nuevos miembros al personal con una gran cantidad de experiencia y estrategias. El sistema puede también ser adaptado para adiestrar a novatos en tareas específicas.

#### **2.4.1 Adquisición del conocimiento**

Un experto humano adquiere su conocimiento de una forma práctica y teórica, y todo el mundo coincide en señalar que la experiencia es difícil de transmitir de una persona a otra, ya sea de forma oral o escrita.

Un experto humano sigue perfeccionándose; asiste a reuniones, cursos, seminarios, etc.

Los sistemas expertos actuales en general no son capaces de obtener el conocimiento por sí solos mediante la práctica, por lo tanto, no son realmente expertos, y es más correcto denominarlos sistemas basados en conocimiento; sin embargo, está tan difundida la denominación de sistemas expertos que se tratará en este trabajo de tesis de esa manera, a pesar de la pequeña incorrección que se comete al hacerlo.

#### **2.4.2 Fiabilidad**

La fiabilidad que le damos a un experto humano está en función del grado de explicación que nos da tras haber resuelto un problema y la notoriedad con que cuente por la solución de problemas anteriormente propuestos.

Los expertos humanos, además, suelen pronunciar argumentos de fácil comprensión con el fin de apoyar las conclusiones a las que se llegan.

Los sistemas expertos tienen, por tanto, que demostrar su fiabilidad por medio de las explicaciones y sus respuestas acertadas en la resolución de problemas, al igual que ocurre con los seres humanos.

Los cálculos de tipo mecánico no precisan de mayor explicación que el propio algoritmo, en cálculos de tipo probabilístico o estadísticos, basta con conocer la función de densidad de probabilidad asociada a los mismos. Sin embargo, para los cálculos de tipo simbólicos hay que conocer todas y cada una de las opciones (explicación del proceso elegido y justificación de los resultados).

#### **2.4.3 Dominio del conocimiento**

Un experto humano externamente aparece limitado, pese a que fisiológicamente no se observa de forma tan clara esta limitación; sin embargo, existe una limitación clara, que es el tiempo necesario para el aprendizaje.

De hecho, los expertos humanos lo son normalmente en un área del conocimiento muy concreta, de ahí que popularmente se asocia a la figura del experto o "sabio", con la idea de que no es muy calificado en otros campos.

Un sistema experto tiene por razones físicas una limitación en el conocimiento que puede contener, algunas veces por el tamaño de la memoria en la que se almacena, y otras por el tiempo requerido para su procesamiento, por lo que un sistema experto es diestro en un campo muy reducido del saber, sin

embargo, estas limitaciones en la actualidad no representan mayor problema, ya que tecnológicamente se tienen procesadores más poderosos y medios de almacenamiento masivo.

Como se ve, las dos funciones básicas de un sistemas experto son: la resolución con base en un conocimiento y la comunicación de este conocimiento al usuario; dos tareas que tradicionalmente iban separadas como la calculadora y el libro o como programas distintos en una computadora; curiosamente en los expertos humanos estas características no siempre se encuentran unidas, por lo que el experto necesita una formación adicional para poder explicar los procesos seguidos con claridad.

#### **2.4.4 Resolución de problemas**

Un experto humano es capaz de resolver de una forma más rápida y eficaz un problema completamente nuevo dentro de su campo, que un inexperto o teórico; esto se debe a que el experto posee además de un conocimiento y estrategias básicas de resolución, numerosas tácticas que le permiten evitar pruebas inútiles o de poco beneficio.

#### **2.5 Estructura de un sistema experto**

Un programa tradicional está compuesto por entradas y salidas de datos, datos, algoritmos y sentencias de control; todo forma una misma unidad.

Por lo general, en un sistema experto, estos elementos son independientes unos de los otros, y forman unidades separadas. Los datos están agrupados en lo que denominaremos Base de Hechos; los algoritmos no existen y en su lugar se utilizan sistemas de representación del conocimiento de tipo declarativo que forman la Base de Conocimiento, el control es independiente y se denomina Motor de Inferencia; por ultimo, la entrada y salida de datos es similar a los programas tradicionales.

Los elementos que forman un sistema experto son:

- Base de conocimiento
- Base de hechos
- Motor de inferencia
- Los módulos de comunicación (entrada/salida)
- Módulo de trabajo o del experto
- Módulo de consulta de usuario

##### **2.5.1 Base de conocimiento**

La base de conocimiento es la parte de un sistema experto que contiene el conocimiento del dominio en el cual es competente el programa.

El conocimiento tiene que representarse con el fin de que pueda incluirse en el sistema. Esta representación tiene que cumplir con ciertas características:

- a. Sencilla, con el fin de que se pueda manipular con facilidad, ocupe poco espacio de memoria y pueda leerse con comodidad.
- b. Independiente, con el fin de que su ingreso, modificación o eliminación de una unidad de conocimiento no afecte al resto de la base de conocimiento ni el resto del sistema experto.
- c. Fácil de modificar; es decir, que el experto humano o el usuario final pueda variar por si mismo; si esto fuera necesario, la base de conocimiento sin que para ello se tenga que recurrir a un programador.
- d. Transparente, con el fin de que pueda soportar un sistema de justificación de las soluciones y de explicación de los procesos. El procesos de explicación y justificación en la práctica se suele realizar aprovechando los mecanismos de traza o seguimiento que suele encontrarse como utilidad del lenguaje o de la herramienta, con un conjunto de reglas paralelas.
- e. Relacional, en el sentido de que permita establecer relaciones entre los conocimientos como puede ser de ascendencia o de grupo.
- f. Potente; esta característica está dada por su capacidad expresiva (el lenguaje natural sería óptimo) y por su eficiencia en el cálculo (el lenguaje de máquina sería el óptimo).

### **2.5.2 Base de hechos**

La base de hechos es el conjunto de información que forman el universo del sistema experto, y con base en ellos y mediante la base del conocimiento llega a la solución del problema.

Se denominan hechos a la información que es invariable de una a otra resolución mientras que se suelen denominar datos a aquella información que varía de una a otra resolución. Esta diferencia es importante pues los hechos pueden formar parte del sistema experto, mientras que los datos deben estructurarse en archivos independientes del programa principal que constituye el sistema experto.

La idea de separar los datos del resto del conocimiento no es nueva y en la programación clásica, los datos son una parte diferenciada del resto del programa llegando a constituir un programa aparte con una estructura completamente independiente.

### **2.5.3 Motor de inferencia**

Un motor de inferencia es realmente el sistema de control del sistema experto, que constituye de una forma dinámica las soluciones.

El motor de inferencia selecciona, decide, interpreta y aplica el conocimiento de la base de conocimientos sobre la base de hechos con el fin de obtener la solución buscada.

El funcionamiento general del motor de inferencia es el siguiente:

- Evaluación, en el cual se selecciona el conocimiento a emplear.
- Comprobación de que el conocimiento es aplicable.
- Ejecución, en el cual se aplica el conocimiento.
- Comprobar que es la condición final.
- Controlar reglas activas

Por lo general, un motor de inferencia viene definido por las siguientes características:

- El lenguaje con el que se trabaja ha sido escrito.
- La velocidad de trabajo (inferencias por segundo).
- Las estrategias que utiliza.
- El sistema de elección del conocimiento.
- La posibilidad de utilizar metaconocimientos.
- El orden de la lógica que emplea.
- El método de evaluación.

### **2.5.4 Módulos de comunicación**

En un sistema experto existen dos módulos de comunicación o interfaces que son: el módulo del experto y el módulo del usuario.

En la actualidad, la investigación sobre la comunicación entre el hombre y la computadora representa un gran interés, puesto que se considera la base más importante para la máxima difusión de las computadoras.

Los módulos de comunicación deben reunir ciertas características importantes:

- Rápido, con el fin de que la comunicación proporcione celeridad y evitar que la interacción con el usuario sea incómoda.
- Potente, para que admita estructuras flexibles que sean cercanas al lenguaje natural.
- Sencillo, que no implique el estudio de complejas estructuras y extensos vocabularios.
- Adecuado, para que trabaje en el nivel de cada uno de los usuarios que tenga el sistema.

### **2.5.5 Módulo del experto**

Este módulo con el experto realiza varias funciones, lo que normalmente lleva a la división del mismo en los siguientes sub módulos:

**Adquisición del conocimiento:** permite la inclusión del conocimiento del experto en la base de conocimiento. Solamente se utiliza en la etapa de construcción del sistema experto.

**Mantenimiento del conocimiento:** es un sub módulo que se mantiene durante toda la vida del sistema experto, con el fin de modificar e incrementar la base de conocimiento, de una forma sencilla.  
**Validación y depuración del conocimiento:** permite detectar repeticiones, inconsistencias, errores, etc.  
**Configuración del sistema:** permite configurar el motor de inferencia, el módulo de comunicaciones a los requerimientos del usuario. Si el sistema experto se desarrolla desde un lenguaje de alto nivel, este sub módulo realmente es el editor del lenguaje.

### 2.5.6 Módulo del usuario

Este módulo debe permitir el diálogo de forma sencilla entre el usuario y el sistema experto, aproximándose en lo posible al lenguaje natural.

Entre las tareas más importantes que desempeña este módulo están:

- Entrada de datos
- Entrada de opciones en procesos de iniciativa compartida
- Salida de explicaciones
- Salida de justificaciones
- Salida de soluciones

En muchas aplicaciones, pueden requerirse distintos módulos de comunicación dependiendo del usuario.

El módulo del usuario ideal sería aquel que adaptara el nivel de las explicaciones y justificaciones al nivel del usuario, ya que de otra forma la relación del usuario con el sistema experto puede ser molesta, si da más explicaciones de las necesarias o incomprendible si da menos.

## 2.6 Programación convencional vrs. ingeniería del conocimiento

Otra forma de definir un sistema experto es comparándolo con los programas ordinarios. La diferencia básica es que los sistemas expertos manipulan *conocimiento* mientras que los programas convencionales manipulan *datos*. En la tabla 2-2, se muestran las diferencias más significativas entre un sistema experto y un programa convencional.

Procesamiento de Datos	Ingeniería del Conocimiento
Representaciones y usos de datos	Representación y uso de datos
Algoritmos	Heurística
Procesos repetitivos	Procesos de inferencia
Manipulación efectiva de grandes bases de datos	Manipulación efectiva de grandes bases de conocimiento.

**Tabla 2-2** Comparación del procesamiento de datos y la ingeniería del conocimiento.

### 2.6.1 Experiencia

Un sistema experto debe proporcionar buenos resultados; dicho de otra forma, lograr los mismos niveles de funcionamiento en el dominio de interés que el experto humano puede lograr. Pero simplemente producir buenas soluciones no es suficiente. Los expertos reales no sólo producen buenas soluciones, sino también a menudo las encuentran rápidamente, mientras los novatos tienden a tomar gran cantidad de tiempo para encontrar la misma solución.

De este modo, un sistema experto debe ser hábil, aplicando su conocimiento para producir soluciones tanto eficientes como efectivas, usando los trucos que un humano experto utiliza para eliminar redundancia o cálculos innecesarios. Para imitar verdaderamente a un experto humano, un sistema experto debe ser robusto; esto significa que no basta con sólo tener conocimiento profundo en una materia, sino también conocimiento basto y suficiente.

Esto puede llevarse a cabo usando conocimientos generales y métodos de resolución de problemas para razonar desde el principio cuando datos incorrectos o reglas incompletas son proporcionados. Esta

es una de las técnicas de desarrollo mínima en sistemas expertos actuales, pero un experto humano lo hace fácilmente (ver figura 2-2).

### 2.6.2 Razonamiento simbólico

Cuando un experto humano resuelve problemas, particularmente el tipo de problemas que consideramos apropiados para el trabajo de un sistema experto, no lo hacen resolviendo un conjunto de ecuaciones o representación de una cantidad de cálculos matemáticos. En su lugar, escogen símbolos para representar los conceptos del problema y aplicar varias estrategias y heurísticas para manipular esos conceptos. Un sistema experto también representa el conocimiento simbólicamente, como un conjunto de símbolos que muestran los conceptos del problema. En la jerga de inteligencia artificial, un símbolo es una hilera de caracteres que pertenece a algún concepto del mundo real.

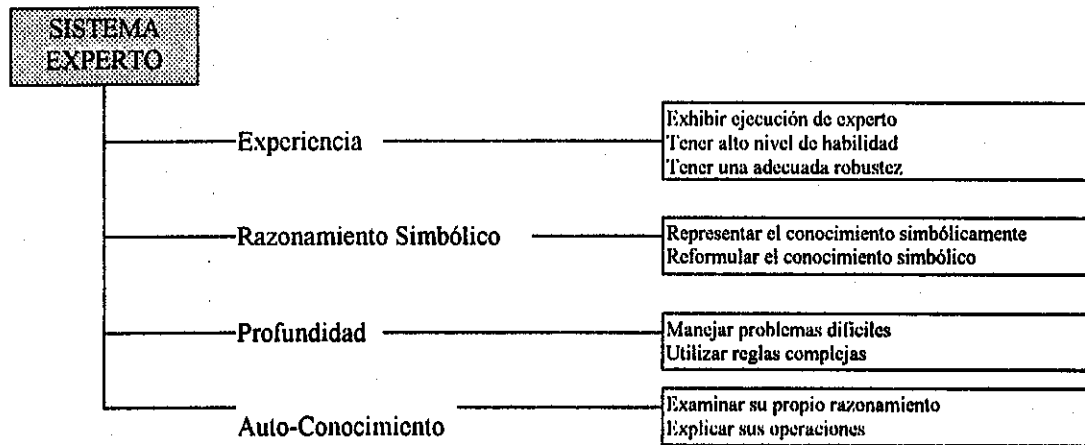


Figura 2-2 Características de un sistema experto que lo distingue de un programa convencional.

Para resolver un problema, un sistema experto manipula esos símbolos más que realizar cálculos matemáticos estándar. Esto no significa que el sistema experto no realiza operaciones matemáticas, sino que el énfasis está en la manipulación de símbolos. La consecuencia de este método es que la representación del conocimiento (la selección, forma e interpretación de los símbolos utilizados) es muy importante. Esta capacidad de reformulación del problema es algo que los sistemas expertos necesitan para hacer su nivel de habilidades lo más cercano a un experto humano.

### 2.6.3 Profundidad

Un sistema experto tiene profundidad, esto es, opera efectivamente en un estrecho dominio del conocimiento que contiene dificultades, que desafía a los problemas. De este modo, las reglas en un sistema experto son necesariamente complicadas, por su individual complejidad o sus grandes números. Los sistemas expertos típicamente trabajan en el dominio de problemas del mundo real, y más en lo que los científicos de la Inteligencia Artificial llaman el *dominio de juego*. En un dominio del mundo real, el encargado de resolver el problema aplica datos actuales para problemas prácticos y produce soluciones que son útiles de una forma de costo-efectivo. En un dominio de juego, el problema es usualmente una simplificación o una adaptación irreal de algún problema complejo del mundo real. La persona que resuelve los problemas maneja datos artificiales que están simplificados para hacer del problema más fácil y producir soluciones que son solamente de interés teórico. Entender la diferencia entre los dominios del mundo real y de juego además de definir un campo de acción apropiado para un sistema experto es fundamental para su éxito. Esta diferencia se puede ilustrar con el siguiente ejemplo: un dominio del mundo real es el caso del acuerdo de la ley de riesgo del producto. Los datos incluirían los hechos del caso, tales como reportes médicos, exámenes de la de la vista, correspondencia entre abogados y otros documentos relativos al pleito. El problema estaría en determinar una cantidad acordada justa y equitativa para el caso. La solución puede ser un estimado del valor del caso y recomendación de una cantidad acordada.

Un dominio de juego son *bloques de mundo*, como es conocido en los círculos de la Inteligencia Artificial. Esto consiste de un conjunto de bloques hijos sobre una tabla. Los datos son

representaciones de configuraciones de bloques y relaciones con algunas otras. El problema está en inventar un plan para la manipulación de los bloques de alguna forma, tal como colocarlas en una pila. La solución debe ser un plan estático de cómo ir colocándolas todas sobre un amplio fondo. Los investigadores de la Inteligencia Artificial en el área de los sistemas expertos tienden a invalidar completamente los dominios de juego. Ellos lo hacen para guiar un problema clásico en la inteligencia artificial, el problema de escalar.

#### 2.6.4 Auto-conocimiento

Un sistema experto tiene conocimiento que le permite razonar acerca de su propia operación además de una estructura que simplifica su proceso de razonamiento. Por ejemplo, si un sistema experto está organizado como un conjunto de reglas, entonces él puede fácilmente ver las cadenas de inferencia que produce al alcanzar una conclusión. Si están dadas reglas especiales que dicen qué hacer con esas cadenas de inferencia, él puede usarlas para revisar la exactitud, consistencia y plausibilidad de sus conclusiones y pueden hasta inventar argumentos que justifiquen o expliquen su razonamiento. Este conocimiento que el sistema tiene para razonar es llamado *metaconocimiento*, lo que significa que es conocimiento acerca del conocimiento.

La mayoría de los sistemas expertos actuales tienen lo que se conoce como *facilidad de explicación*. Esto es el conocimiento para explicar cómo el sistema llegó a su respuesta. Muchas de estas explicaciones involucran despliegues de cadenas de inferencia y explicación de la utilización racional de las reglas hacia atrás utilizadas en la cadena. La habilidad para examinar sus procesos de razonamiento y explicar sus operaciones es una de las más innovadoras e importantes cualidades de los sistemas expertos.

¿Por qué es eso importante? Los usuarios tienden a tener más fe en los resultados y más confianza con el sistema. El desarrollo del sistema es rápido desde que el sistema es fácil de probar. Las suposiciones facilitan la operación del sistema, son explícitas más que implícitas. Es fácil predecir y probar el efecto de un cambio sobre la operación del sistema.

La explicación es exactamente un pequeño aspecto del auto-conocimiento, en el futuro, el auto-conocimiento permitirá a los sistemas expertos hacer aún más.

### 2.7 Aplicaciones de los sistemas expertos

Por regla general cuando se nombren los sistemas expertos, se hace de la siguiente forma: "Sistema Experto para la ayuda al diagnóstico de la medicina interna". Esta definición contiene muchos conceptos que deben ser analizados a detalle, por lo que se ha dividido el nombre de los sistemas expertos en tres partes.

El primer campo de aplicación en que nos encontramos le llamamos "responsabilidad o grado de responsabilidad" que en el ejemplo sería "ayuda". Este campo puede variar a lo largo de la vida de un sistema experto, e incluso puede depender del usuario que lo utilice por lo que en la definición debe incluirse al grupo de usuarios al que está dirigido el sistema experto. Por ejemplo, un mismo sistema experto podría ser: "Sistema experto para el diagnóstico en medicina interna en barcos sin médico." o "Sistema experto de ayuda al diagnóstico en medicina interna para recién graduados."

El segundo campo lo denominaremos "tarea que realiza", y que en el ejemplo sería "diagnóstico". La estructura interna de un sistema experto viene en muchos casos determinada por la tarea que realiza.

Al tercer término, le llamaremos "campo de aplicación" que en el ejemplo sería "medicina interna". Este término bien definido por el contenido de la base de conocimientos.

Según estadísticas realizadas<sup>2</sup>, las tareas que realizan los sistemas expertos son los siguientes:

- |                  |        |
|------------------|--------|
| • Interpretación | 15.3 % |
| • Diagnóstico    | 65.3 % |
| • Reparación     | 15.3 % |
| • Control        | 19.4 % |

<sup>2</sup> Estadísticas realizadas en Japón en 1986 acerca de Sistemas Expertos; Sistemas Expertos Una metodología de programación, pag 82.

- Pronóstico            25.5 %
- Diseño                44.9 %
- Enseñanza            18.4 %
- Planificación        35.7 %
- Monitorización      9.2 %

El total excede el 100 % puesto que se admitían varias tareas para todos los sistemas expertos. Sin duda alguna, el diagnóstico es la tarea más solicitada a los sistemas expertos.

**En todos los campos de aplicación, las tareas son realizadas en forma general.**

### **2.7.1 Interpretación**

La interpretación consiste en encontrar el significado de los datos de entrada obtenidos por sensores o introducidos por el usuario.

Cuando los datos no son ciertos, exactos y completos, la tarea de la interpretación se complica. Con frecuencia aparecen datos contradictorios por lo que hay que dotar al sistema experto de conocimiento para resolver este tipo de problemas, y que en general puedan tratarse mediante la valoración de forma conjunta (medias, medias ponderadas), la depreciación de algunos de ellos (valor de los datos) o la imposibilidad de realizar la interpretación.

Existen dos tipos de interpretación:

- **Análisis:** la interpretación de los datos se obtiene mediante la separación o distinción de las partes que forman los datos. Por ejemplo, "la temperatura corporal sobre los 39 grados significa fiebre".
- **Síntesis:** la interpretación de los datos se obtiene mediante la combinación de los mismos. Por ejemplo "si existe enrojecimiento de los ojos, lagrimeo y fotofobia, significa que existe una inflamación ocular".

### **2.7.2 Diagnóstico**

El diagnóstico consiste en identificar las causas internas que provocan un problema, avería o disfunción a partir de una serie de datos o indicios que son consecuencia de la misma y que son observables.

Para un diagnóstico, es necesario la interpretación de los datos por parte de un experto, de otro sistema experto independiente o incluido en el sistema experto de diagnóstico, y el conocimiento de la estructura y funcionamiento del sistema.

Existen dos formas de búsqueda de un diagnóstico correcto mediante un sistema experto. La primera de ellas consiste en "seleccionar" el mejor diagnóstico de entre un conjunto de diagnósticos predefinidos, y la segunda consiste en "construir" el diagnóstico.

La selección del diagnóstico es preferible cuando el número de diagnósticos posibles es pequeño y completamente conocidos y usa preferentemente el encadenamiento hacia atrás de conocimientos y motores de inferencia con la evaluación del conocimiento de forma probabilística. La construcción de diagnósticos se utiliza cuando el número de diagnósticos posibles es muy elevado; no se han definido todos los posibles en el sistema experto, o existen diagnósticos compuestos por varios diagnósticos más sencillos; en este caso, es más cómodo el encadenamiento hacia delante del conocimiento y usar motores de inferencia con evaluación del conocimiento de tipo aproximado.

### **2.7.3 Reparación, corrección o terapia**

La reparación, corrección, terapia o tratamiento consiste en la proposición de las acciones correctoras necesarias para la resolución de un problema.

Para realizar una reparación es necesario realizar previamente un diagnóstico el cual puede realizarlo un experto, un sistema experto independiente o una parte del sistema experto de terapia.



En algunos campos, la reparación consiste únicamente en la corrección de los datos; no se ha logrado realmente un diagnóstico según hemos definido, sino únicamente una interpretación de los datos; este tipo de reparación a partir de una interpretación no es tolerable en otros muchos campos y problemas.

#### 2.7.4 Control

Un sistema experto de control consiste en la realización de las tareas de interpretación, diagnóstico y reparación de forma secuencial. Con ello se consigue conducir o guiar un proceso o sistema.

Las computadoras vienen realizando desde hace varios años tareas de control de procesos en muchos campos que van desde la industria hasta los propios hogares, con una gran flexibilidad gracias a la programación. Los sistemas expertos aportan "inteligencia" al proceso de control al realizar un diagnóstico previo a la reparación.

Los sistemas de control son complejos debido al número de funciones que deben manejar y el gran número de factores a considerar; esta complejidad creciente es otra de las razones que apuntan al uso del conocimiento y por tanto, de los sistemas expertos en estos procesos.

#### 2.7.5 Simulación, pronóstico o predicción

La simulación es una técnica consistente en crear modelos basados en hechos, observaciones e interpretaciones, sobre la computadora, con el fin de estudiar el comportamiento de los mismos mediante la observación de las salidas para un conjunto de entradas (sensibilidad del sistemas frente a los datos).

Las técnicas tradicionales de simulación requieren modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento del sistema en estudio.

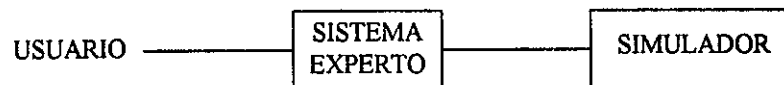
El empleo de los sistemas expertos para la simulación viene motivado por la principal característica de los sistemas expertos, su capacidad de simular el comportamiento de un experto humano, que es un proceso complejo. Además de esta característica, hay que considerar otras características de los sistemas expertos, como es su gran potencia, su gran flexibilidad y rapidez.

Indudablemente, los sistemas expertos en simulación pueden ser eficaces allí donde los métodos numéricos no lo son, bien por la complejidad o por la naturaleza del proceso a simular.

Por último, existen procesos que podrían requerir ambos enfoques; en este caso, se utilizan estructuras intermedias en las que el conocimiento está expresado en forma de una base de conocimientos y un conjunto de algoritmos o procedimientos, a estos sistemas se les denomina "sistemas híbridos".

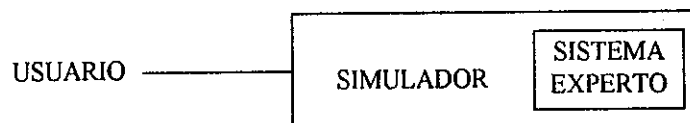
Se pueden diferenciar cinco configuraciones posibles:

- 1) Un sistema experto puede disponer de un simulador con el fin de comprobar las soluciones y en su caso rectificar el proceso que sigue, figura 2-3.



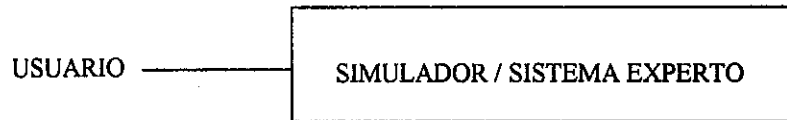
**Figura 2-3** Simulador interactivo con el sistema experto. Es una aproximación híbrida a la simulación, es decir cuantitativa y cualitativa.

- 2) Un sistema de simulación puede contener como parte del mismo a un sistema experto y por lo tanto el sistema experto no tiene que ser necesariamente de simulación, figura 2-4.



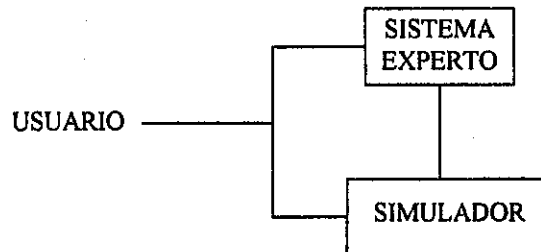
**Figura 2-4** Sistema experto inscrito en un simulador es una aproximación híbrida al problema de simulación.

3) Un sistema experto puede controlar un proceso de simulación, es decir que el modelo está en la base de conocimiento del sistema experto, y su evolución es función de la base de hechos, la base de conocimiento y el motor de inferencia, y no de un conjunto de ecuaciones aritmético-lógicas. De esta forma, es realmente cuando el sistema experto trabaja como simulador y la ventaja que representa es la potencia que le da el trabajo de forma cualitativa, junto al resto de características intrínsecas de los sistemas expertos, figura 2-5.



**Figura 2-5** Simulador inscrito en la estructura de un sistema experto.

4) Un sistema experto puede utilizarse como consejero del usuario y del sistema de simulación, figura 2-6.



**Figura 2-6** Sistema experto de ayuda a la decisión en procesos de simulación; esta arquitectura es idónea para usuarios con poca experiencia.

5) Un sistema experto puede utilizarse como máscara o sistema frontal de un simulador con el fin de que el usuario reciba explicación o justificación de los procesos, figura 2-7.



**Figura 2-7** Sistema experto máscara o sistema frontal de un simulador. Es una arquitectura adecuada para usuarios poco expertos.

Los problemas de predicción o pronóstico no son más que aplicaciones de la simulación. En la actualidad, la simulación se usa tanto para procesos de ingeniería como para otras materias.

### 2.7.6 Monitorización

Es un caso particular de la interpretación, y consiste en la comparación continua de los valores de las señales o datos de entrada y unos valores que actúan como criterios de normalidad o estándares. Suelen incluir estos sistemas, salidas de alarmas y mensajes que informan del estado de un proceso.

### 2.7.7 Planificación

Es la realización de planes o secuencias de acciones y es un caso particular de la simulación. Está compuesto por un simulador y un sistema de control. El efecto final es la ordenación de un conjunto de acciones con el fin de conseguir un objetivo global.

---

## CAPÍTULO 3

### Redes de Área Local Conceptos y Fundamentos

---

#### 3.1 ¿Qué es una red de área local?

Una red de área local o LAN<sup>1</sup> (de las siglas en inglés Local Area Network) es un sistema, que permite a las microcomputadoras compartir información y recursos dentro de un área geográfica limitada (generalmente menor a una milla desde el servidor a las estaciones de trabajo).

Una LAN requiere que las estaciones de trabajo individuales (microcomputadoras) estén físicamente atadas por medio de cableado, generalmente coaxial o pares trenzados, aunque no necesariamente, y que algún software de red permanezca en el disco duro o diskette de la estación de trabajo, el que permite compartir los periféricos, datos y programas de aplicación.

Recientemente, compartir equipos periféricos (como impresoras, discos duros, y ploteadores) ha sido uno de los mayores usos de las LAN. Desde que el hardware ha representado el mayor costo de computación en las oficinas, las redes primitivas justifican sus costos asegurándose que todo los equipos costosos no permanecen ociosos. En nuestros días, algunas redes fomentan los ahorros de oficina y disminuyen las cantidades de discos necesarios en las estaciones de trabajo; pudiendo no tener disco duro o floppy disk drives<sup>2</sup>. Un circuito integrado de autoarranque en ROM, insertado en la estación de trabajo, permite a la computadora llegar ser parte de la red, y utilizar los discos cuando estos están encendidos.

Es muy difícil generalizar acerca de las redes de computadoras, una falta de compatibilidad ha atormentado la industria, a pesar de los esfuerzos de la IEEE (Institute for Electrical and Electronics Engineers) para estandarizar las formas de cómo la información puede ser transmitida dentro de una red.

#### 3.2 Razones para instalar una LAN

Instalar una red de computadoras puede ofrecer muchas ventajas para el trabajo, principalmente cuando se poseen recursos de cómputo que generalmente permanecen ociosos. A continuación, se mencionan algunas de las más importantes razones para instalar una LAN:

Compartir programas y archivos. Se pueden adquirir versiones para red de muchos paquetes de software muy populares, con un ahorro considerable si se compara con el costo al comprar copias con licencia individual. Los programas y sus archivos de datos se almacenan en el servidor de archivos, de forma que pueda acceder a ellos cualquier usuario. Los usuarios pueden almacenar sus archivos en directorios personales, o en directorios públicos en los que otros usuarios puedan leerlos o editarlos.

Compartir los recursos de la red. Entre los recursos de la red se encuentran las impresoras, los trazadores y los dispositivos de almacenamiento. En un sistema con servidor dedicado, estos recursos se encuentran normalmente conectados al servidor de archivos y compartidos por todos los usuarios. Como una opción, se pueden utilizar una computadora personal para administrar las impresiones (servidor de impresión) o para comunicarse (servidores de comunicaciones y fax).

Compartir la base de datos. Un programa de base de datos es una aplicación ideal para una red. Una de las características de la red denominada **bloqueo de registros** permite que varios usuarios puedan acceder simultáneamente a un mismo archivo sin dañar la integridad de los datos. El bloqueo de registros asegura que los usuarios no podrán editar a la vez un mismo registro.

Expansión económica de una base de PC. Las redes ofrecen una forma económica de expandir la informatización en la organización. Se pueden conectar puestos de trabajo de bajo costo sin discos que utilicen la unidad de disco duro del servidor para arrancar y almacenar sus archivos.

---

<sup>1</sup> LAN es un concepto muy aceptado en el medio de sistemas, en lo sucesivo se utilizará LAN y redes de área local, de forma indistinta.

<sup>2</sup> Los floppy disk drives (nombre en inglés) son dispositivos de las computadoras que permiten la lectura y escritura en disquetes. El nombre en inglés es muy aceptado en nuestro medio y se utilizará en lo sucesivo.

Posibilidad de utilizar software de red. Hay un tipo de software denominado **software de grupo** que está diseñado especialmente para redes. Este permite a los usuarios interactuar entre sí y coordinar sus actividades, utilizando una única copia del producto.

Uso del correo electrónico. El correo electrónico permite comunicarse entre sí a todos los usuarios. Los mensajes se dejan en unos **buzones** de los destinatarios para que los lean cuando convenga.

Creación de grupos de trabajo. Los grupos son importantes en las redes. Estos pueden estar compuestos por los usuarios que trabajan en un departamento o están asignados a un proyecto especial. De esta forma, se evita tener que dar el derecho de acceso a cada uno de los usuarios de forma individual. También es más fácil dirigir mensajes y correo electrónico a grupos de usuarios. Los grupos de trabajo de la red ofrecen estructuras **planas** a nivel de la empresa, en las cuales las personas de distintos y distantes departamentos pueden pertenecer a proyectos en grupos especiales.

Gestión centralizada. Debido a que algunos sistemas operativos de red utilizan servidores dedicados, se pueden agrupar estos servidores en un único lugar, junto a los recursos compartidos que se encuentran conectados a ellos, y permitir así una gestión más sencilla. Las actualizaciones del hardware, las copias de seguridad del software y el mantenimiento y protección del sistema se pueden realizar de forma mucho más sencilla si estos dispositivos se encuentran en un mismo sitio.

Seguridad. La seguridad comienza por el procedimiento de conexión al asegurar que un usuario accede a la red desde su propia cuenta de usuario. Esta cuenta se crea específicamente de forma que le permite al usuario acceder sólo a las áreas autorizadas del servidor y de la red interconectada. Las restricciones de conexión pueden forzar al usuario a conectarse desde una estación de trabajo específica o sólo durante unos periodos de tiempo dados.

Acceso a más de un sistema operativo. Algunos sistemas operativos de red permiten conectarse a distintos sistemas operativos, incluyendo el DOS, OS/2, UNIX y AppleTalk entre otros, los que son de más uso en nuestro medio. Los usuarios de estos sistemas pueden almacenar y acceder a archivos en el o los servidores de archivos.

Mejoras en la organización de la empresa. Las redes pueden modificar la estructura de una organización y la forma de gestionarse. Los usuarios que trabajan en un departamento concreto para un responsable dado, no necesitan estar ahora en una misma localización física. Sus oficinas pueden estar situadas en el lugar donde hagan más falta sus conocimientos. La red los une a sus responsables de departamento y compañeros. Esta forma de organización es de especial interés en proyectos especiales, en los que personas de distintos departamentos, como los de investigación, producción y mercadeo, necesitan trabajar juntos.

### **3.2.1 Características de una LAN**

Las principales redes de área local cumplen con las siguientes características:

- Cobertura geográfica limitada
- De docenas a cientos de dispositivos, incluyendo estaciones de trabajo e impresoras
- De propiedad y operado por una misma organización
- Velocidad de transmisión de moderada a alta
  - 1 Mbps (bits por segundo) es un mínimo típico
  - 4, 10, 16 Mbps muy común
  - 100 Mbps esta llegando a ser más común hoy en día
- Tasas bajas de error
  - tasa de error de  $10^{-8}$  a  $10^{-11}$
- Medio de transmisión compartida
  - Conectividad de Cualquiera-a-Cualquiera (any-to-any)
  - Cada transmisión puede ser recibida por cada dispositivo

### 3.2.2 Aplicaciones de una LAN

Las aplicaciones de una LAN son variadas, la idea principal es compartir dispositivos e información:

- Compartir costos de recursos
  - Impresoras
  - Discos duros de alta capacidad
  - Drives de CD-ROM
  - Líneas telefónicas de salida
  - Conexión con computadoras minis o mainframes
- Comunicación mejorada de grupos de trabajo
  - Correo electrónico
  - Compartir datos
  - Conjunto de edición/autor
- Nuevas Aplicaciones
  - Planilla de grupo
  - Representación de documentos
  - Flujos de trabajo
  - Multimedia
  - Video interactivo
  - Mensajería de voz

### 3.3 Componentes de una LAN

Los componentes requeridos para operar una LAN pueden ser clasificados en dos grandes categorías:

- Hardware
- Software

Hardware, las partes físicas de la red como las estaciones de trabajo o impresoras, son una parte muy importante en las redes de área local, sin embargo, todos estos dispositivos no podrían ser utilizados sin el software, los sistemas operativos y programas de aplicación para ser utilizados en la red.

#### 3.3.1 Componentes de Hardware

Los componentes de hardware necesarios para una red de área local consiste, como mínimo, en los siguientes cinco elementos, sin embargo, se verá más adelante que hay muchos más dispositivos que hacen que una red de área local sea más completa y eficiente:

- |                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| • Servidor de Archivos              | (File Server)                 |
| • Estación de trabajo               | (Workstation)                 |
| • Cableado                          | (Cabling)                     |
| • Tarjetas de red                   | (Network Interface Cards NIC) |
| • Concentrador o Centro de cableado | (Hub)                         |

#### A. El Servidor de archivos

El servidor de archivos es la pieza más importante de hardware en una LAN. Él provee del repositorio central para los programas de aplicación de la red y para los datos de la misma y puede ser accesada por todas las estaciones de trabajo atadas a la red. Ya que él maneja esta área de trabajo, el servidor de archivos debería ser la más poderosa microcomputadora dentro de la red, pero esto no debe cumplirse necesariamente.

Algunos sistemas operativos de red permiten al servidor de archivos funcionar como una estación de trabajo, lo cual permite ahorrar dinero. Sin embargo, utilizando el servidor de archivos en modo no dedicado, en donde es servidor de archivos y estación de trabajo, no se obtiene la máxima velocidad y eficiencia en la red.

Cuando se determina el poder del servidor de archivos, deben examinarse algunas de sus partes, incluyendo:

- Memoria de acceso aleatorio
- Unidad central de proceso
- Disco duro
- Arquitectura del bus
- Ranuras de expansión<sup>3</sup>

Con estos puntos en mente, se puede dar una vista comprensiva y criterios para la elección del servidor de archivos.

#### **A.1 Memoria de Acceso Aleatorio (RAM<sup>4</sup>)**

La RAM o memoria de acceso aleatorio, comúnmente llamada como "la memoria", debería ser un área donde no deben escatimarse los costos. La cantidad de memoria o megabytes (Mbytes o millones de bytes) de RAM que le ha instalado al servidor de archivos afecta directamente al desempeño de la red. Después de todo, es la memoria del servidor de archivos en donde debe ejecutarse el sistema operativo de la red.

Algunos sistemas operativos de red funcionan, como sistema operativo para el servidor de archivos y como sistema operativo para la red, como un todo. El sistema operativo de la red como tal puede correr sobre el servidor de archivos sin la necesidad de otro software. Con otro sistema operativo, el sistema operativo de la red debe estar corriendo como una tarea sobre el sistema operativo del servidor de archivos, como es el caso cuando se corre una red como tarea bajo UNIX. En este ejemplo, el servidor de archivos carga primero UNIX, y luego corre el sistema operativo de red como una aplicación bajo UNIX. El mismo caso, se da con OS/2, en donde el sistema operativo de la red corre como una tarea bajo el sistema operativo del servidor en el servidor de archivos.

Es posible usar de 1 Mbyte a 6 Mbytes de RAM sólo para acomodar en el servidor, los distintos sistemas operativos de red que hay en el mercado. Y con algunos sistemas operativos de red, el cache de archivos y directorios es implementado.

Esto ocurre cuando los datos son leídos del disco duro del servidor de archivos y almacenados en bloques de la memoria del servidor de archivos (bloques de cache) al mismo tiempo que este es enviado hacia la estación de trabajo que lo requiera. Hay una gran posibilidad de atender el siguiente pedido de la estación de trabajo utilizando los datos de estos bloques de memoria, ya que el servidor de archivos no tiene acceso a su disco duro para cada requerimiento de datos. El cache puede acelerar la recuperación de datos más allá de 100 veces, desde que el acceso a los datos es en RAM y no depende de la velocidad del disco. Con cache es necesario tener más RAM.

En una red de tamaño moderado, es común tener de 8 a 16 Mbytes de RAM en el servidor de archivos.

#### **A.2 Unidad Central de Proceso (CPU<sup>5</sup>)**

El microprocesador del servidor de archivos es extremadamente importante. A medida que se tiene un procesador más poderoso, el sistema operativo de la red corre más rápido. Es recomendable que, al menos, un microprocesador 80486 sea utilizado, sin embargo, esto dependerá del tamaño de la red y las necesidades de la organización; la mayoría de redes puede funcionar con procesadores 80386, sin embargo, las computadoras personales con estos procesadores ya no se encuentran disponibles en el mercado.

El microprocesador puede funcionar a distintas velocidades, con rangos dados en megahertz (MHz). A mayor cantidad de MHz, el procesador es más rápido.

Los procesadores 80486 y Pentium son actualmente los más utilizados para los servidores de archivos. El procesador Pentium, el sucesor del Intel 80486, ofrece un rendimiento de 100 MIPS; para obtener un rendimiento de este circuito integrado, se necesitan bases con arquitecturas especiales. Por ejemplo, Compaq ha desarrollado el TriFlex, que aprovecha el bus de 64 bits del microprocesador. El software también tendrá que cambiar para sacar partido a las prestaciones del circuito integrado. Para obtener

<sup>3</sup> A las ranuras de expansión también se les conoce con el nombre en inglés: slots.

<sup>4</sup> RAM siglas de Random Access Memory, es un vocablo muy utilizado, en lo sucesivo se utilizará RAM y memoria de acceso aleatorio, de forma indistinta.

<sup>5</sup> CPU siglas de Central Process Unit, es un vocablo muy utilizado en sistemas; en lo sucesivo se utilizará CPU y unidad central de proceso, de forma indistinta.

un rendimiento significativo debe contarse con sistemas operativos de red que soporten esta tecnología. En la figura 3-1, se muestra la arquitectura de bus que corresponde a cada uno de los procesadores que se usa hoy en día.

### A.3 Discos duros o Sub-sistemas de disco

Una consideración que es muchas veces descuidada cuando se selecciona un servidor de archivos es el disco duro. El dispositivo de almacenamiento del servidor de archivos es crucial, el tamaño y la velocidad a través del que se provee el acceso son importantes. El promedio de tiempo de acceso de un disco duro es medido en milisegundos (ms), o milésimas de segundo. A menor tiempo de acceso, mejor desempeño del servidor de archivos. Hace algún tiempo un promedio de acceso de 65 ms fue aceptable. Esto es demasiado lento para las demandas que se tienen hoy en día en los servidores de archivos. Los rangos de acceso para el disco duro del servidor de archivos deberían estar no más allá de 20 ms para permitir un desempeño adecuado de la red.

16 bits transferidos en el bus	80286	CPU trabaja con 16 bits
16 bits transferidos en el bus	80386/sx	CPU trabaja a 32 bits
32 bits transferidos en el bus	80386/dx	CPU trabaja a 32 bits
32 bits bus de memoria 32 bits bus de datos	80486	CPU trabaja con 32 bits
64 bits bus de memoria 64 bits bus de datos	PENTIUM	CPU trabaja con 64 bits

**Figura 3-1** Procesadores y la arquitectura de bus asociada.

La mayoría de cuellos de botella de las redes (como lentitud, puntos ineficientes en la red) ocurren en el servidor de archivos. Frecuentemente, el acceso al disco duro de los servidor de archivos es el punto de unión más débil en el encadenamiento de redes, causando que el servidor de archivos caiga en su habilidad de servicio de los requerimientos. Esto ocurre generalmente porque el servidor de archivos no puede acceder el disco duro lo suficientemente rápido para permanecer adelante de los requerimientos de datos. De esta forma, el tiempo de acceso del disco duro del servidor de archivos es decisivo.

Esto ha sido un elemento de crítica de las redes desde sus inicios (la incapacidad de mantener el desempeño bajo demandas pesadas). Esta limitante no ha sido ignorada; la tecnología de los nuevos discos está siendo aplicada a los servidores de archivos para eliminar este obstáculo.

Otra aspecto importante que debe ser considerada es la cantidad de almacenamiento ofrecido por el disco duro del servidor de archivos del sistema. No deberían escatimarse esfuerzos al determinar las necesidades de almacenamiento en disco. En algún tiempo, un disco duro de 120 Mbytes fue considerado grande. Algunas de las redes de área local más grandes tienen discos que son medidos en

billones de bytes. Con los nuevos sistemas operativos que se han introducido en el mercado, es posible manipular discos duros capaces de almacenar trillones de bytes (cuando un billón es igual a 1000 millones). Esta capacidad de almacenamiento es la que rivaliza con las computadoras mainframe. Otro aspecto importante al seleccionar la unidad de almacenamiento secundario es la interface de disco que se va a utilizar; a continuación, se mencionan las más importantes.

### **La interface ST506**

La interface ST506 fue una de las primeras interfaces de disco usadas en las computadoras personales. Fue distribuida inicialmente por Seagate Technologies. La interface ST506 utiliza generalmente modulación de frecuencia modificada (MFM) al escribir datos, y tiene una velocidad de transferencia de 5 Mb/seg. Si se utiliza la codificación de limitación de longitud de datos (RLL; Run Length Limited), se incrementa la velocidad de transferencia y almacenamiento de datos. Los controladores ST506 eran utilizados habitualmente en los antiguos equipos 80286 y 80386, pero su popularidad fue disminuyendo debido a sus bajas velocidades de transmisión.

### **La interface ESDI**

La interface mejorada para pequeños dispositivos (ESDI, Enhanced Small Device Interface) es similar a la ST506, pero ofrece 512 bytes por sector y de 34 a 36 sectores por pista. Sus velocidades de transferencia están en el rango de 10 a 15 Mb/seg. Los sistemas de discos ESDI utilizan unidades de alta capacidad con tamaños superiores a 10 Mb. A un controlador ESDI se le pueden conectar hasta dos unidades ESDI.

### **La interface SCSI**

La interface para pequeños sistemas de computadoras (SCSI, Small Computer System Interface) se diferencia radicalmente de las interface ST506 y ESDI. Permite que hasta siete dispositivos tales como unidades de disco duro, unidades de cinta y unidades de CD-ROM, compartan el mismo conector central SCSI, que solo ocupa un conector en el servidor. La placa incorpora un bus compartido que tienen que usar todos los periféricos para intercambiar datos con el sistema. El bus puede ser de 8, 16 e incluso 32 bits, y soporta velocidades de transferencia que pueden superar las de otros estándares. Existe un nuevo estándar SCSI denominado SCSI-II que ofrece un rendimiento aún mayor.

El adaptador central SCSI ofrece servicios de bus (un punto de conexión) para dispositivos inteligentes. Los dispositivos inteligentes, como unidades de disco, discos ópticos y sistemas de copia de seguridad SCSI, contienen su propia circuitería de control. En el entorno ST506 y ESDI, esta circuitería de control va incluida en la placa del controlador. El adaptador SCSI controla el paso de datos y órdenes entre el sistema y los dispositivos SCSI. Cada dispositivo responde exclusivamente a las peticiones dirigidas a él. Como la circuitería de control va incluida en cada dispositivo SCSI, las cuestiones de configuración y compatibilidad se minimizan. En teoría, se puede conectar cualquier dispositivo SCSI en cualquier controlador SCSI, pero es mejor comprobar la compatibilidad y los requerimientos software de la unidad antes de hacerlo.

### **La interface IDE**

La interface electrónica inteligente para dispositivos (IDE, Intelligent Drive Electronics) es un híbrido que combina prestaciones de otras interfaces y ofrece nuevas características propias. Los dispositivos IDE fueron diseñados originalmente como alternativas económicas a los dispositivos ESDI. Sin embargo, como los dispositivos SCSI, los dispositivos IDE tienen su propia circuitería de control. Se conecta una placa IDE, que es económica y a menudo va incorporada en la placa base, y ahorra un conector. Los equipos con bus VL-Bus incluyen a menudo controladores IDE que se adaptan al VL-Bus para permitir el acceso a 32 bits.

Un controlador IDE sólo soporta dos dispositivos. Como el IDE es relativamente económico de implementar, lo utilizan la mayoría de sistemas económicos existentes actualmente en el mercado. No se debe pensar que el IDE es inferior a los restantes métodos de interface por su bajo costo; cuando se consideran precio y rendimiento, probablemente el IDE sea superior. La interface IDE trabaja aproximadamente a 4 Mb/seg, cerca de la velocidad del SCSI. Una unidad IDE común tiene una



velocidad de acceso de 16 ms (milisegundos). Algunas incorporan cachés inteligentes para mejorar el rendimiento.

#### A.4 Arquitectura del bus

El bus de una computadora es el canal de comunicaciones usado para transferir datos entre los dispositivos de E/S (entrada/salida), la memoria, el disco y la CPU. El tipo de bus seleccionado es extremadamente importante para el rendimiento de un servidor.

El bus ISA se ha utilizado durante bastantes años, pero los nuevos y más rápidos microprocesadores, dispositivos de almacenamiento y dispositivos de E/S exigen un mayor rendimiento de bus del sistema. Al final de los años ochenta, IBM presentó su bus MCA. Además, un consorcio de fabricantes de microcomputadoras, entre los que se encontraban Compaq, AST, Hewlett-Packard, Epson y Zenith, desarrolló el bus EISA. Los buses MCA y EISA ofrecen un mejor rendimiento que el antiguo bus ISA, como podemos ver en la tabla 3.1

Bus	Tamaño de bus	Transferencia DMA Control de Bus	Velocidad del del reloj	Frecuencia
ISA	16 bits	Hasta 1.5 Mb/seg	N/D	8 MHz
MCA	32 bits	Hasta 5 Mb/seg	Hasta 40 Mb/seg	10 MHz
EISA	32 bits	Hasta 33 Mb/seg	Hasta 32 Mb/seg	8 MHz

Tabla 2.1 Rendimiento de las interfaces ISA, MCA y EISA

#### El bus ISA

El bus de la computadora personal existe desde la presentación del IBM PC. En 1984 fue expandido de 8 a 16 bits con la introducción del IBM PC/AT. Después de esto, fue conocido popularmente como el bus de la arquitectura estándar de la industria (Industry Standard Architecture, ISA).

Cada placa adicional conectada a un bus ISA utiliza una línea de interrupción distinta para indicarle a la CPU cuando desea acceder al bus. Dos placas no pueden compartir la misma interrupción, y el bus ISA sólo dispone de 11 interrupciones. Al preparar un servidor con bus ISA, es importante planificar con tiempo para evitar conflictos de interrupciones entre las placas. El bus ISA es un cuello de botella en la mayoría de entornos de red local.

La información exacta del diagrama de tiempos del bus ISA nunca ha sido publicada, así que cualquier intento realizado para incrementar el rendimiento del bus lo haría incompatible con los miles de placas diseñadas para éste.

#### Los estándares VESA e Intel PCI

En 1992, un consorcio de más de 120 empresas denominado VESA (Video Equipment Standards Association, Asociación de estándares para equipos de video) desarrolló un estándar de bus local denominado VL-Bus para mejorar el rendimiento de los equipos ISA. Permite que placas de video y controladores de disco duro (y pronto lo hará con placas de red) se conecten directamente al bus del microprocesador del sistema, trabajando a 33 MHz en vez de 8. El VL-Bus trabaja a la velocidad de la CPU. No puede haber más de tres conectores VL-Bus por placa base, porque el microcomputador no puede controlar un número superior sin reducir su velocidad de reloj. Actualmente existe algún debate sobre las ventajas del VL-Bus. Las decisiones de compra deben basarse en informes sobre pruebas. Aunque el VL-Bus es considerado por algunos como una solución a corto plazo al cuello de botella del bus ISA, Intel ha trabajado en un nuevo estándar de bus denominado PCI, que es más compatible con los microprocesadores Intel. Exige menos trabajo de la CPU, y está diseñado pensando más en el futuro.

### **El bus EISA**

El bus EISA fue diseñado por un consorcio de fabricantes para ofrecer soporte a las placas de expansión ISA existentes, así como para ofrecer una plataforma para el crecimiento futuro. Para soportar placas ISA, se usa una frecuencia de reloj de 8 MHz, aunque el bus puede ofrecer acceso directo a memoria a velocidades hasta 33 Mb/seg. Un bus EISA tiene buses separados para E/S y para el microprocesador, que permite que el bus de E/S pueda mantener una baja velocidad para soportar placas ISA, mientras el bus del microprocesador funciona a velocidades más elevadas. Los equipos EISA pueden ofrecer E/S en disco a alta velocidad para varios usuarios.

El bus EISA es un bus de 32 bits reales, así que su diseño tiene más conexiones de las que puede gestionar un bus ISA. El conector tiene un diseño en dos fases que permite aceptar placas ISA y EISA. La parte superior hace contacto con las placas ISA, mientras que la inferior lo hace con placas EISA. Aunque los buses EISA pueden mantener por compatibilidad, la frecuencia de reloj de 8 MHz de ISA, soportan un método de transferencia a ráfagas que transfiere datos hasta tres veces más rápido que un bus ISA. La mayoría de servidores están diseñados para redes medias o grandes que utilizan bus EISA.

### **El bus MCA**

El bus MCA fue desarrollado por la IBM para ayudar a resolver las dificultades presentadas por la combinación de microprocesadores rápidos con el relativamente lento bus ISA. Aunque los buses MCA no aceptan las placas tipo ISA, ofrecen una interface de 32 bits que es más rápida que la ISA y se adapta mejor a los microprocesadores 80386 y 80486 y Pentium.

El bus MCA está diseñado en bus único, que gestiona las transferencias de memoria y de E/S usando multiplexación, lo que permite que varios procesos compartan el bus simultáneamente. La multiplexación divide el bus en varios canales, que pueden manipular distintos procesos. Este diseño no es tan rápido como los sistemas con bus múltiple, pero en muchos casos resulta adecuado para redes de tamaño medio. Si en el servidor se ejecutan aplicaciones que hacen un uso intensivo del microprocesador, podría resultar más adecuado un superservidor, debido a su mayor rendimiento y capacidad de multiprocesamiento.

El bus MCA está protegido por patentes y licencias que frenan su desarrollo como estándar. Además, IBM ha impuesto algunas limitaciones sobre MCA para evitar que compita con su gama de microcomputadoras; debido a esto, muchos fabricantes utilizan EISA o han desarrollado estándares de buses propios.

### **A.5 Ranuras de expansión**

La PC escogida para el servidor de archivos debería tener una cantidad de ranura de expansión libres, ya que muchos sistemas operativos de red acomodan múltiples tarjetas de interface de red en el servidor de archivos. Un servidor de archivos con solamente un slot de expansión es inadecuado si el crecimiento de la red garantiza aumentar más tarjetas de interface al servidor de archivos.

Además, los ranuras de expansión pueden ser necesitados para agregar más RAM al servidor de archivos en la forma de tarjetas de expansión de memoria. Los ranuras de expansión pueden también ser utilizados para agregar un subsistema de disco al servidor de archivos. Hay dispositivos periféricos que también pueden ser agregados al servidor de archivos utilizando algún ranura de expansión o pueden proveer de más puertos paralelos y seriales.

La industria de la computación está desarrollando computadoras que están siendo diseñadas para ser utilizadas únicamente como servidor de archivos. Estas computadoras tienen múltiples procesadores 80486 y Pentium, capacidades enormes de RAM, y pueden acomodar trillones de bytes en almacenamiento de disco con tiempos de acceso ultra rápidos. Algunos tienen microprocesadores separados para manejar operaciones de I/O. Aunque estas computadoras definitivamente no sean para cada red, el reino de los servidores de archivos para redes de área local continúa cambiando y llegando a ser más poderoso.

### **B. Estación de trabajo**

El dispositivo con el que el usuario de la red tiene mayor contacto es con su estación de trabajo. Esta es generalmente una computadora personal sobre la cual el usuario ejecuta sus aplicaciones. Normalmente, el usuario no necesita conocer mucho acerca de redes de área local; únicamente las

utiliza. El interés primario del usuario es aprender a utilizar su computadora personal y los programas de aplicación que necesita para completar su trabajo.

Una falacia común es que el tipo de estación de trabajo en una red de área local determina el desempeño de la red. Mientras una PC 386 ó 486<sup>6</sup>, es bajamente comparada con el alto desempeño de las computadoras disponibles hoy en día, aquéllas pueden ser conectadas a una red y no debería bajar la velocidad o impedir el desempeño de la red. De hecho, una de estas computadoras puede actualmente correr más rápido sobre una red de área local, ya que el servidor de archivos puede responder a los requerimientos de la 386 más rápido, de lo que una computadora 386 con su propio disco duro pueda responder. Esto es también cierto en muchas de las primeras computadoras AT que han estado utilizando discos duros lentos (65 ms), sin embargo, una red de área local no convertirá una computadora personal lenta en una máquina rápida. Si un usuario tiene una estación de trabajo IBM XT, el usuario recibe un rendimiento de una IBM XT. Si el usuario tuviera una computadora personal basada en un procesador 80486, entonces ese usuario recibirá un rendimiento de una 80486. El único mejoramiento de velocidad visto en la estación de trabajo atada a la red es el del acceso al disco duro del servidor.

Las estaciones de trabajo no necesitan estar equipadas con características estándar como las contrapartes del servidor de archivos. Las estaciones de trabajo están comúnmente instaladas con uno, dos o cuatro megabytes de RAM, considerando que los servidores de archivos generalmente comienzan con al menos cuatro megabytes. Los microprocesadores de las estaciones de trabajo son el punto determinante del desempeño. Las estaciones de trabajo tienen generalmente una amplia variedad de microprocesadores, incluyendo 80286s, 80386s, 80486s y Pentium, aunque muchas personas compraron de las últimas cuando mejoró la relación entre precio y desempeño. La primeras de estas computadoras ya han sido discontinuadas en su producción.

El número de los ranuras de expansión disponibles podría ser un punto importante, que depende de como debe estar atada la estación de trabajo, sin embargo, este punto no es tan importante como es el caso del servidor de archivos.

El disco duro y los subsistemas de disco también no deben ser un problema, ya que la mayoría de las estaciones de trabajo no tienen discos duros, confiando en la capacidad del servidor de archivos para su almacenamiento.

Aunque esto puede ahorrar algunos cientos de quetzales por máquina, éste no es siempre el enfoque más sabio. ¿Que ocurre si el servidor de archivos se indispone? Si la estación de trabajo está equipada con su propio disco duro, esa estación de trabajo puede permanecer trabajando perfectamente.

Si la estación de trabajo tiene un disco duro, este podría ser utilizado para cargar una copia extra del procesador de palabras y otras aplicaciones de la estación de trabajo. El hecho de que una estación de trabajo esté conectada a una red de área local no significa que la computadora personal sea completamente dependiente de la red y que todas las aplicaciones y datos estén almacenados en la red. Las siguientes computadoras personales pueden ser consideradas como una estación de trabajo:

- Computadoras personales y compatibles
- Computadoras personales sin disco duro
- Apple Macintosh
- Estaciones de ingeniería y máquinas basadas en UNIX.

Antes de tratar de incorporar diferentes diseños de hardware en una red de área local, debe asegurarse que el sistema operativo de red soporta ese tipo de estación de trabajo. Algunos sistemas operativos de red utilizan protocolos de comunicación, tales como TCP/IP o IPX/SPX, que son específicos a ciertos sistemas operativos que se ejecutan en las estaciones de trabajo. Combinar diferentes sistemas operativos de las estaciones de trabajo y diferente arquitecturas de computadoras, puede ser muy desafiante.

Generalmente no háy problema en conectar una computadora personal IBM o compatible, ya que virtualmente cualquier sistema operativo de red las soporta; sin embargo, algunas marcas de computadoras personales menos conocidas, pueden presentar problemas. Estas son generalmente computadoras clones de calidad cuestionable. Cuando un problema ocurre, casi siempre proviene del ROM del BIOS usada en este tipo de computadoras.

<sup>6</sup> Se denomina PC 386 ó PC 486 a computadoras que poseen procesadores 80386 ú 80486 respectivamente.

Computadoras Apple Macintosh pueden también ser atadas a la red. De hecho, Apple tiene su propio sistema operativo de red, AppleShare, y el protocolo, AppleTalk, diseñados específicamente para redes basadas en Apple Macintosh.

Las estaciones de trabajo basadas en UNIX pueden ser utilizadas en red, aunque con una dificultad mayor para usuarios que sólo están familiarizados con DOS.

### C. Tarjetas de interface de red

Las tarjetas de interface de red, comúnmente llamadas NIC<sup>7</sup> (Network Interface Card), es insertada en uno de los ranuras de expansión de la estación de trabajo. Cada estación de trabajo y el servidor de archivos sobre la red debe tener una NIC, en donde el cableado es conectado. La tarea principal de una NIC es formar los paquetes de datos de la estación de trabajo y transmitirlos a través del cableado. Un paquete de datos es una estructura de bits predefinida que es entendida por la red y por el protocolo (los protocolos de comunicación serán discutidos más adelante.) Las NIC también reciben paquetes de datos del cableado de la red y los traduce en bytes que el CPU de la estación de trabajo puede entender.

Los siguientes puntos deberían ser considerados cuando se compra una NIC:

- ¿Es un adaptador de 8 bits, de 16 o de 32 bits?
- ¿Tiene memoria RAM de almacenamiento temporal o no?
- ¿Tiene CPU la tarjeta o no?
- ¿Cuales son las especificaciones por parte del vendedor?
- ¿Tiene el tipo de conector que necesito?

#### C.1 Tamaño en Bits

Las tarjetas de interface de red están disponibles en adaptadores de 8, 16 o 32 bit, sin embargo, los de 8 bits ya no son utilizados. ¿Qué exactamente significa para el diseñador de la red? Primero debe considerarse el bus de datos o canal del computador.

Como se mencionó, el bus o canal del microcomputador es el camino por el cual los datos son transmitidos internamente. Con los procesadores anteriores (8086, 8088) se tenían buses que eran de 8 bits de ancho, lo que significaba que 8 bits de datos podían ser transmitidos concurrentemente (en paralelo) a través del bus interno de la PC. Con el advenimiento de las nuevas tecnologías de procesamiento, los anchos de banda se incrementaron a 16 bits para acomodar 16, 32 64 y hasta 128 bits de transferencia. Sin embargo, algunas computadoras basadas en procesadores con buses de 32 bits siguieron transmitiendo a través de 16 bits aunque eran capaces de manipular mayor cantidad de bits. Existe mucha controversia acerca de si utilizar buses 32 bits EISA o MCA. Sin embargo, al lado del precio y la incapacidad de tener tarjetas que utilizaran las capacidades de buses de 32 bits, los ranuras de 16 y 8 bits permanecen siendo los más ampliamente utilizados.

Una NIC de dieciséis bits transmite sus datos en un nivel de segmento de 16 bits, y una NIC de 8 bits transmite sus datos en un nivel de segmento de 8 bits. Esto hace que las NIC de 16 bits sean más eficientes, y puedan incrementar el desempeño de la estación de trabajo en la LAN.

#### C.2 Memoria de almacenamiento temporal<sup>8</sup>

Otra opción que debe ser considerada sobre una NIC es la memoria de almacenamiento temporal, o circuitos integrados de RAM que están integradas a la NIC. Esto previene que la NIC forme un cuello de botella sobre la red, y también puede incrementar el desempeño de las estaciones de trabajo.

La teoría detrás del memoria de almacenamiento temporal es bastante simple. Hay momentos en los que la cantidad de datos recibidos pueden estar más allá de las capacidades que puede manejar. Si estos datos son colocados en un área de espera, es decir la RAM de almacenamiento temporal, mientras la NIC tiene la oportunidad de tomarla en su carga de trabajo.

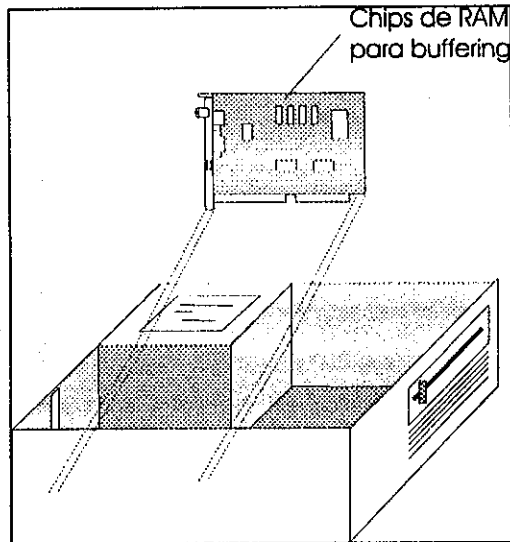
<sup>7</sup> En lo sucesivo se utilizará NIC o tarjeta de red, de forma indistinta.

<sup>8</sup> En algunos libros en inglés, a esta memoria se le denomina RAM buffering.

El almacenamiento temporal de la RAM trabaja, en su mayoría, de la misma manera que el almacenamiento temporal de impresión. Cuando un programa envía información hacia la impresora, aquél envía más información de la que la impresora puede manejar. Por razones de desempeño, no tiene sentido que la computadora envíe los datos y esperar que la impresora los atrape, entonces una área de almacenamiento temporal de impresión es utilizado. Realmente esto no es más que memoria que es utilizada temporalmente para mantener los datos entrantes mientras la impresora está lista para imprimirlos.

Esto permite a la impresora continuar imprimiendo y lo más importante es que esto no hace más lento el envío de los datos desde el microcomputador.

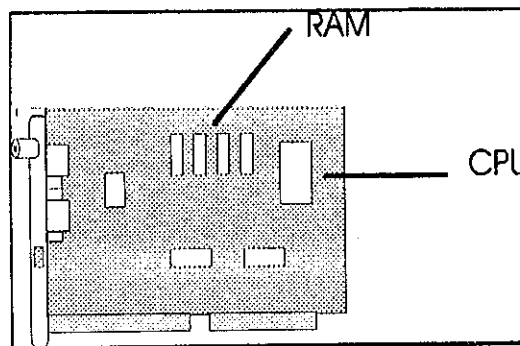
Este almacenamiento temporal de RAM permite a las estaciones de trabajo mantener la comunicación con el servidor de archivos en vez de interrumpir el canal de comunicación mientras la NIC pueda acomodar más datos, y hasta entonces restablecer la comunicación para finalizar la transmisión (ver figura 3-2).



**Figura 3-2** Una computadora y la tarjeta de red con memoria de almacenamiento temporal

Algunos NIC están equipados con un microprocesador o CPU. Esto es uno de los últimos adelantos en el desempeño de los NICs. El CPU en la NIC permite que la NIC procese datos sin intervención del CPU de la PC.

Así, el procesador de la computadora tendrá menos trabajo que hacer la estación de trabajo, y el desempeño puede mejorarse (ver figura 3-3).



**Figura 3-3** Tarjeta de red con memoria de almacenamiento temporal.

#### D. El HUB, concentrador o centro de cableado

En cada red, cada estación de trabajo debe tener acceso al servidor de archivos. Por otra parte, no es posible que cada estación tenga su propio cable conectado directamente al servidor de archivos; debido a esto, un dispositivo llamado hub o concentrador debe ser utilizado.

Este hub puede ser concebido como la caja de fusibles en una casa. Con frecuencia existe sólo una línea eléctrica conectada a una casa, y esta conexión va a la caja de fusibles. De esta caja, salen múltiples circuitos creados para los servicios de la casa. Esto es similar en una red.

Ciertas topologías requieren otro tipo de hub. Con una topología de bus, algunos de los cableados actuales sirven como un hub o un concentrador. En una topología de estrella, anillo o anillo-estrella, el hub es el área central en donde las estaciones de trabajo y el servidor de archivos pueden comunicarse. La información que llega a la red o la deja, es dirigida a través del hub para su destino final, (ver figuras 3-4 a 3-7). El hub puede ser activo o pasivo. Un hub activo regenera las señales tanto como están conectados los cables; así la señal puede viajar distancias adicionales. El hub pasivo sirve únicamente como un dispositivo de conexión.

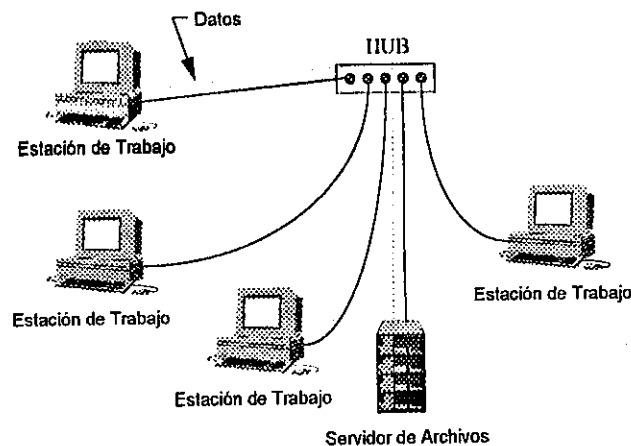
#### E. Módem de red

Los módem son dispositivos que pueden transmitir información a través de líneas telefónicas, realizando la tarea de modular y demodular la señal. Los datos pueden ser transmitidos en una de dos formas: digital o análoga. Las comunicaciones digitales son discretas por naturaleza, lo que significa que ellas tienen un número limitado de representaciones distintas. En la computadora, cada bit de información está representado por una señal eléctrica que significa uno o cero (1 o 0), lo cual representa encendido y apagado respectivamente.

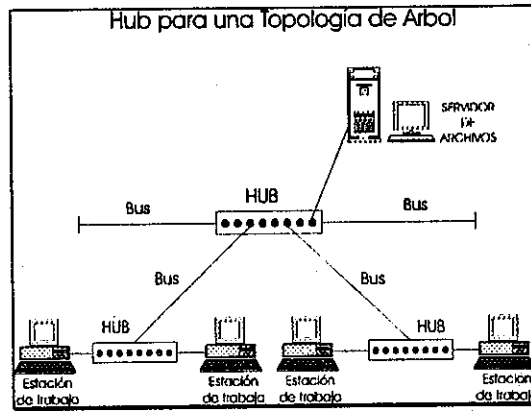
Los valores representados en las comunicaciones analógicas son infinitamente variables. Si la señal análoga fuera representada en un osciloscopio, podría representar un patrón de onda. Un ejemplo de un patrón de onda análoga es la voz humana o una transmisión eléctrica sobre una línea de poder.

Los teléfonos transmiten señales en una forma análoga. Cuando se habla por un teléfono, éste actúa como un dispositivo de modulación, que convierte el tono de la voz en señales eléctricas que son pasadas sobre el alambre y son convertidas de nuevo en tonos para ser recibidos en el otro teléfono. Debido a que las computadoras transmiten los datos en forma digital, algunos dispositivos intermedios deben ser utilizados para modular el formato digital en una señal análoga y transmitirla sobre la línea telefónica. En la recepción final, otro dispositivo debe estar presente para demodular la señal, y convertirla en un formato digital de nuevo, el que la computadora puede entender. Los módems son responsables de la conversión que toma lugar entre la computadora y la línea telefónica.

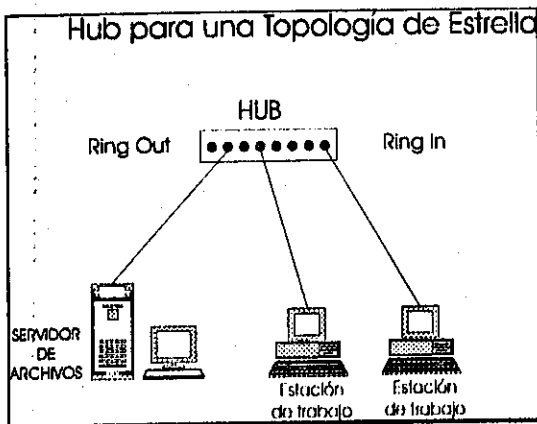
Los módems dentro de las redes de área local son utilizados para realizar accesos remotos a la red, o para que los usuarios accedan a servicios de comunicaciones por computadora, generalmente conectadas a las redes de datos de las ciudades.



**Figura 3-4** Para que una estación de trabajo se comunique con el servidor de archivos, los datos deben primero pasar por el hub. Para comunicarse con una estación de trabajo, el servidor de archivos también debe enviar los datos a través del hub.

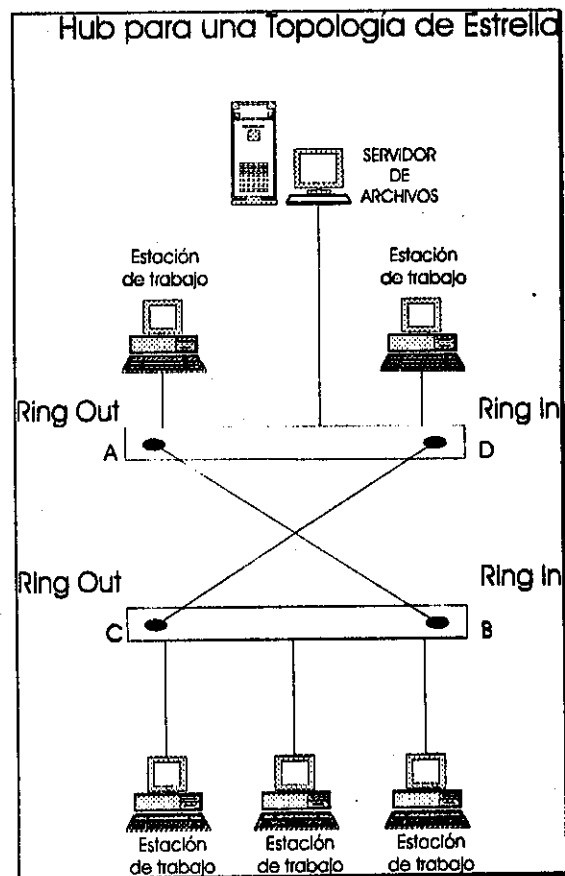


**Figura 3-5** En un diseño de árbol que utiliza una topología de bus, los hubs son accedados antes de la transmisión de y hacia las estaciones de trabajo y los servidores.



**Figura 3-6** Dentro de un hub, un ciclo o anillo es hecho con solamente un MAU (media access unit, unidad de acceso al medio). Esto puede observarse en la gráfica de arriba.

**Figura 3-7** La señal es conectada del puerto del primer MAU (A) hacia el segundo MAU (B) en donde se completa el circuito y se conecta del puerto de salida C (Ring Out) al puerto de entrada D (Ring In) del primer MAU. De esta forma el anillo se mantiene. Vease la gráfica de la derecha.



### E.1 BPS (baudios por segundo) versus Baudios (promedio de baudios)

Muchas personas confunden el uso del término "baudios" por decir "baudios por segundo" (bps). Usar "baudios" y "bps" indiscriminadamente es incorrecto porque un módem operando a 9,600 baudios puede ser capaz de transmitir 38,400 bps.

Baudios se refiere al número de cambios de señal que se dan durante un determinado período de tiempo. Baudios también significa la forma en que el módem modula la señal. Un módem que opera a 2,400 baudios cambia la señal 2,400 veces por segundo. El número de cambios de señal actual que el módem hace no corresponde directamente al número de bits que está transmitiendo, porque algunas técnicas de modulación permiten que más de un bit sea transmitido en un solo cambio de señal. Por lo tanto, no es propio utilizar estos dos términos indiferentemente.

## **E.2 Duplexación**

Otro término usado respecto a comunicaciones vía módem es la **duplexación**.

Los términos utilizados son half-duplex y full-duplex. Media duplexación (en inglés half-duplexing) significa que el módem puede comunicarse solamente en una dirección en cualquier momento. Esencialmente, esto significa que el módem debe enviar una información y esperar respuesta de vuelta para continuar con la transmisión.

La duplexación completa (en inglés full-duplexing) significa que el módem puede comunicarse en ambas direcciones al mismo tiempo. El resultado es una comunicación mucho más rápida.

Debe hacerse notar que en muchos programas de comunicaciones, el término "duplex" se refiere incorrectamente a la habilidad del módem para hacer eco de los caracteres en la pantalla.

## **F. Impresoras**

Las impresoras son los dispositivos dentro de la red que permiten plasmar en papel los trabajos que se realizan sobre una computadora. Afortunadamente las impresoras de red no difieren a las de utilización personal, sin embargo, en el mercado se encuentran impresoras con capacidades de impresión que pueden ser aprovechadas por una red, que incluye velocidad, resolución y color. Dependiendo de la frecuencia de impresión pueden utilizarse impresoras tan rápidas como se desee, con calidad de impresión láser y color; esto dependerá de las necesidades de la organización, la carga de trabajo, y el destino de los trabajos. Las impresoras de matriz de puntos aún son utilizadas cuando no se requiere calidad de presentación, además se utilizan comúnmente para uso interno. Una impresora común y corriente puede ser utilizada públicamente dentro de la red, por lo que las impresoras que ya posee la organización pueden ser fácilmente incluidas dentro de la misma.

## **G. Interconexión entre redes**

A medida que las redes de área local crecen, o cuando las redes independientes de una organización necesitan ser conectadas, se requiere de dispositivos que permitan llevar a cabo esa expansión. Dependiendo de la complejidad de las redes, de sus topologías y protocolos, pueden utilizarse varios elementos de interconexión de redes; a continuación se mencionan los más utilizados.

### **G.1 Repetidores**

A medida que las señales eléctricas se transmiten por un cable, tienden a degenerar proporcionalmente a la longitud del cable. Este fenómeno se conoce como atenuación. Un repetidor es un dispositivo sencillo que se instala para amplificar la señal del cable, de manera que se pueda extender la longitud de la red. El repetidor normalmente no modifica la señal, excepto en que la amplifica para poder retransmitirla por el segmento de cable extendido; algunos repetidores también filtran el ruido. Un repetidor es básicamente un dispositivo "no inteligente" con las siguientes características:

- Un repetidor regenera las señales de la red para que lleguen más lejos
- Se utilizan sobre todo en los sistemas de cableado lineales como Ethernet.
- Los repetidores funcionan sobre el nivel más bajo de la jerarquía de protocolos: el nivel físico. No utilizan los protocolos de niveles superiores.
- Los segmentos conectados deben utilizar el mismo método de acceso al medio de transmisión.
- Los repetidores se utilizan normalmente dentro de un mismo edificio.
- Los segmentos conectados con un repetidor forman parte de la misma red, y tendrán la misma dirección de red.

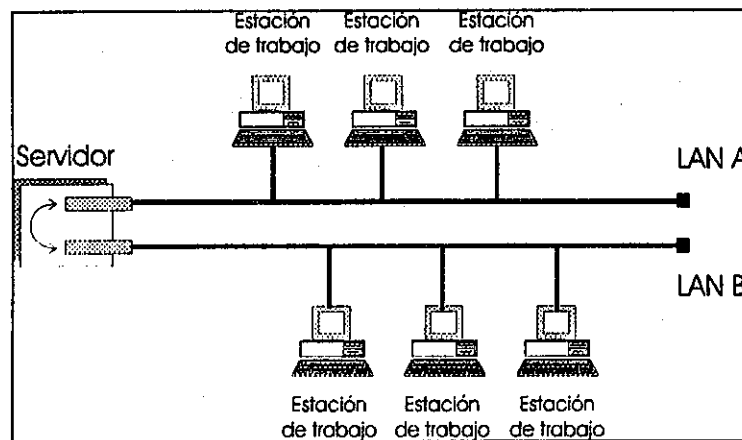


- Cada nodo de un segmento de red tiene su propia dirección. Los nodos de segmentos extendidos no pueden tener las mismas direcciones que los nodos de los segmentos existentes, debido a que se convierten en parte del mismo segmento de red.

Los repetidores funcionan normalmente a la misma velocidad de transmisión que las redes que conectan. Dada en paquetes por segundo (pps), está alrededor de 15,000 para una red Ethernet típica<sup>9</sup>.

## G.2 Puentes (Bridges)

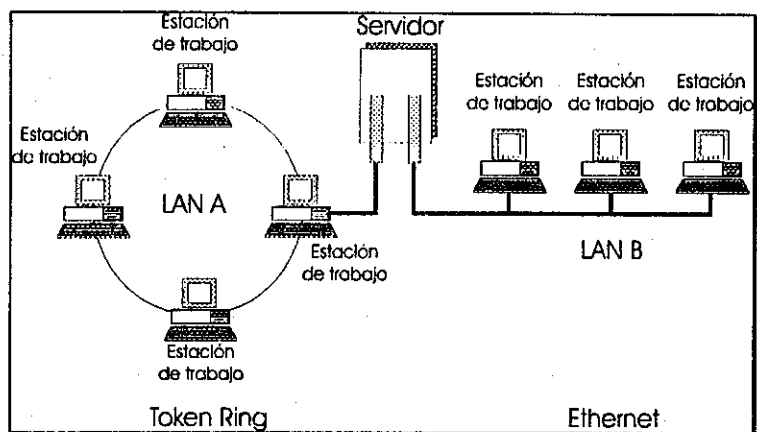
Un puente añade un nivel de inteligencia a una conexión entre redes. Conecta dos segmentos de red iguales o distintas. Se puede ver un puente como un clasificador de correo que mira las direcciones de los paquetes y los coloca en la red adecuada. Se puede crear un puente en un servidor instalando dos o más tarjetas de red. Cada segmento de red puede ser de un tipo distinto (Ethernet, Token Ring, ArcNet, fibra óptica y demás). Se puede crear un puente para dividir una red amplia en dos o más redes más pequeñas. Esto mejora el rendimiento al reducir el tráfico, ya que los paquetes para estaciones concretas no tienen que viajar por toda la red, como se muestra en la figura 3-8. Los puentes también se usan para conectar distintos tipos de redes, como Ethernet y Token Ring, como se ve en la figura 3-9.



**Figura 3-8** Un puente conecta dos redes similares para ampliar su longitud máxima e incrementa el rendimiento reduciendo el tráfico en la red.

Los puentes trabajan en el nivel de enlace de datos. Cualquier dispositivo que se adapte a las especificaciones del nivel de control de acceso al medio (MAC, Media Access Control) puede conectarse con otros dispositivos del nivel MAC. El nivel MAC es un subnivel del nivel de enlace de datos y es modular; un controlador de tarjeta de red enlaza sus rutinas de control de acceso al nivel, como se ve en la figura 3-10. Con un puente, se pueden conectar dispositivos que utilicen protocolos diferentes, pero el nivel de enlace de datos no sabe nada sobre el mejor camino hacia un cierto destino; no existe ninguna forma de enviar paquetes a un segmento de red de modo que alcancen su destino de la forma más rápida o eficiente. Esa es la función de un router. No obstante, los puentes ofrecen filtrado, lo que evita que los paquetes de un segmento de red local pasen por el puente y lleguen a segmentos de red donde no sirven para nada.

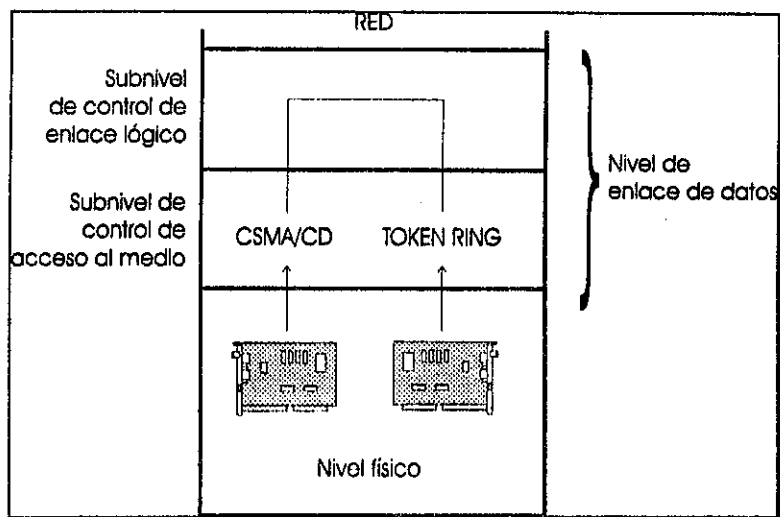
<sup>9</sup> Extender una LAN e incorporar más estaciones incrementa la congestión en la red. Una regla general consiste en no superar las 50 estaciones por segmento de LAN. Si la congestión es alta, se debe considerar la división de la red en dos o más segmentos usando un puente. Debe verse los repetidores como conexiones entre estaciones distantes, y no como un método para incorporar más estaciones.



**Figura 3-9** Un puente une redes locales distintas, como Ethernet y Token Ring.

Un puente se instala por las siguientes razones:

- Para extender una red existente cuando se ha alcanzado su máxima extensión.
- Para eliminar los cuellos de botella que se generan cuando hay demasiadas estaciones de trabajo conectadas a un único segmento de red. De esta forma, cada red trabaja con menos usuarios, y mejorar su rendimiento.
- Para conectar entre sí distintos tipos de redes, como Token Ring y Ethernet.



**Figura 3-10** Un puente conecta dispositivos del subnivel de control de acceso al medio a través del subnivel de control de enlace lógico.

### G.3 Encaminadores (Routers<sup>10</sup>)

Los routers son críticos para las redes de gran alcance que utilizan enlaces de comunicaciones remotas. Mantienen el tráfico que fluye eficientemente sobre caminos predefinidos en una interconexión de redes compleja. Si se utilizan líneas alquiladas de baja velocidad, es importante filtrar los paquetes que no deban entrar en la línea. Además, las grandes redes que se extienden por todo el mundo pueden contener muchas conexiones remotas redundantes. En este caso, resulta importante encontrar el mejor camino entre el origen y el destino. Los routers pueden inspeccionar la

<sup>10</sup> El término "router" es muy utilizado en el medio de sistemas; en lo sucesivo se utilizará la palabra router para referirse a los encaminadores.

información en el nivel de red para determinar la información de la mejor ruta. Muchos productos de encaminamiento (routing) ofrecen soporte para varios métodos de comunicaciones, como T1 y X.25.

Algunas de las razones para utilizar routers en lugar de puentes:

- Los routers ofrecen un filtrado de paquetes avanzado.
- Los routers son necesarios cuando hay diversos protocolos en una interconexión de redes, y los paquetes de ciertos protocolos tienen que confinarse en una cierta área.
- Los routers ofrecen un encaminamiento inteligente, lo cual mejora el rendimiento. Un router inteligente conoce la estructura de la red y puede encontrar con facilidad el mejor camino para un paquete.

### 3.3.2 Componentes de Software

El software necesario para operar una red de área local consiste básicamente de los siguientes tres elementos:

- Sistema operativo de red
- Sistema operativo para la estación de trabajo
- El shell de red para la estación de trabajo, pedidor o redireccionador.

#### A. El sistema operativo de red

El sistema operativo de red es el software que reside en el servidor de archivos. Es el sistema operativo de red, o NOS<sup>11</sup> (Network Operating System) quien controla virtualmente todas las actividades sobre la red. El NOS maneja el acceso a los datos en el disco duro del servidor de archivos y maneja la seguridad de los datos sobre los dispositivos de almacenamiento de los servidores de archivos.

El NOS provee de las capacidades reales de multi-usuario y es probablemente la parte más importante de una red.

#### A.1 Características del NOS

Los primeros sistemas operativos de red ofrecían algunas utilidades de gestión de archivos y de seguridad simples, la demanda de los usuarios se ha incrementado, de manera que los modernos sistemas operativos de red ofrecen una amplia variedad de servicios. Entre las características más importantes de los sistemas operativos de red se pueden mencionar:

- Adaptadores y cables de red. Un sistema operativo de red debe admitir diversos tipos y marcas de tarjetas de red, incluyendo controladores software que permitan utilizar las tarjetas más comunes, y ofrecer otros controladores cuando se hacen necesarios.
- Nomenclatura global. Un sistema de nomenclatura global permite a los usuarios ver y acceder a los recursos y a otros usuarios de cualquier punto de la red sin tener que saber exactamente dónde se encuentran. Los usuarios simplemente deben buscar y elegir en la lista.
- Servicios de archivos y directorios. En una red, los usuarios acceden a programas y archivos que se encuentran en el servidor de archivos central. Debido a que los usuarios guardan sus archivos privados en este servidor, la seguridad e integridad de los datos es importante. Debe controlarse el acceso a los directorios para evitar que usuarios sin autorización puedan ver o modificar los archivos.
- Sistema tolerante a fallas. Un sistema tolerante a fallas ofrece un sistema que asegura la supervivencia de la red en caso de que fallen los componentes.
- Disk caching. La optimización de acceso a disco mejora el rendimiento del disco duro utilizando una parte de la memoria del sistema como una zona en la que almacena bloques del disco a los que se puede acceder de nuevo. Obtener esta información de la memoria es mucho más rápido que leerla del disco duro.
- Seguridad en la conexión. Los sistemas operativos de red deben permitir el acceso a la red siempre y cuando el usuario tenga los accesos para realizarlo; algunos NOS permiten las conexiones con claves de acceso y de seguridad con el que se puede evitar o limitar el acceso de los usuarios al servidor, sus directorios o sus archivos. Se puede evitar también el que algunos usuarios puedan

<sup>11</sup> NOS y sistema operativo de red se utilizarán de forma indistinta.

conectarse desde estaciones de trabajo distintas de las que se les haya asignado. También se pueden establecer restricciones de tiempo para las sesiones de trabajo de los usuarios.

- g. Servidores especiales. Un sistema operativo de red debe permitir servidores especiales, como los dedicados a administrar una base de datos o la impresión. También ha aparecido una nueva generación de superservidores que ofrecen matrices de discos tolerantes a fallas especiales, múltiples procesadores e inmensas memorias.
- h. Herramientas de administración. Las herramientas software de administración se hacen esenciales cuando crece el tamaño de las redes. Sin éstas, puede llegar a ser imposible hacer un seguimiento de las actividades y el rendimiento de las MAN y las WAN. Una solución es agrupar los responsables y darles herramientas para administrar de forma remota los servidores y las estaciones de trabajo.

## **B. El sistema operativo de la estación de trabajo**

El sistema operativo para cada estación de trabajo es cargada en esta estación. Por ejemplo, en una computadora personal, este software podría ser el DOS. Este software es esencial para que la estación funcione, aun cuando esa estación de trabajo no sea parte de una red de área local. Los sistemas operativos de las estaciones de trabajo más utilizados en nuestro medio son el DOS, OS/2, Macintosh y UNIX.

## **C. El Network Shell**

Este software es creado por el sistema operativo de la red, pero es cargado en la estación. Cada sistema operativo de red puede tener diferencias insignificantes respecto al nombre del shell, pero éste ejecuta básicamente las mismas funciones: determina si el requerimiento hecho por la estación de trabajo es para procesamiento local o si es procesamiento de red. El software shell o requestor determina el estatus del requerimiento de la aplicación o comando de la estación de trabajo. Si el requerimiento es uno que el sistema operativo de la estación de trabajo puede manejar, entonces el requerimiento es atendido por él mismo. De la misma forma, si el requerimiento es alguno que el sistema operativo de red debe manejar, entonces el requerimiento es pasado hacia el NOS. Naturalmente, el shell, requestor o redirector y el sistema operativo de la estación de trabajo, trabajan de forma conjunta.

## **3.4 Tecnologías de LAN**

Los medios de transmisión, las topologías físicas, los estándares de LAN, los protocolos de comunicación, los servicios de comunicación de redes y la interconexión entre redes, forman parte de la tecnología que ha evolucionado y que nos permite tener redes eficientes, veloces y tolerantes a fallas.

### **3.4.1 Medios de transmisión y topologías físicas**

El medio de transmisión es la vía por la cual las computadoras se conectan, intercambian información y comparten recursos en una red de área local, y la topología es la disposición física de estas conexiones. A medida que han ido apareciendo distintos tipos de computadoras la instalación de redes ha incrementado su dificultad. Hay docenas de combinaciones de computadoras para ser conectadas, diferentes tipos de medios de transmisión que pueden ser usados para conectar las computadoras, y muchas topologías de red que pueden ser escogidas para decidir qué tipo de medio de transmisión debe utilizarse, debe determinarse primero las necesidades en términos de velocidad de la red, número de nodos (estaciones de trabajo), y distancias entre los nodos. Esto es análogo a la selección de una computadora; primero debe conocerse los tipos de aplicaciones que se desean utilizar sobre la computadora.

Para tener el mayor potencial del equipo de computación, debe encajarse con el tipo de red que puede proveer suficiente empuje. Por otro lado, una red muy rápida puede ser un gasto de recursos si las computadoras conectadas a ella causan un cuello de botella. Por ejemplo, al viajar sobre una carretera de terracería, un Porsche no es necesario para viajar más rápido, que un pickup. De modo contrario, si lo que se necesita es únicamente un pickup, entonces es innecesario gastar en una carretera más rápida.

Debe mantenerse en mente que el costo de implementar una red, o realizar el cableado, incluye el medio de transmisión y mano de obra. Generalmente, debe escogerse un plan de cableado que satisfaga las necesidades de por lo menos cinco años; un cableado que cumple este requerimiento es el cableado estructurado con cable UTP categoría 5.

#### **A. Cableado**

El cableado es lo que permite la interconexión entre el servidor de archivos y las estaciones de trabajo. Otro nombre con el que se conoce el cable es "medio de transmisión". Hay varios tipos de cableado que incluyen par trenzado, cable coaxial y cable de fibra óptica.

Además del cable, hay cuatro tipos básicos de accesorios utilizados para la conexión de cable de redes: conectores y terminadores, conectores en cruz, repetidores y platos de pared.

Cada tipo de cable tiene un conjunto característico de conectores, los cuales son utilizados para conectar segmentos de cable o para conectar dispositivos con el cable. Los conectores pueden incluir conectores de tipo telefónico RJ-11, dispositivos exóticos llamados conectores vampiro (vampire taps), y conectores de precisión que son requeridos para unir segmentos de fibra óptica. Cuando es requerida una instalación limpia, los platos de pared proveen puntos de conexión que no causan molestias entre una computadora y el cableado en las paredes del edificio.

En vista de que las redes son raramente estáticas, es útil tener herramientas de reconfiguración desde una localidad central. Dos tipos de conectores cruzados (de ensartar y el panel de parches) actúan como un sistema telefónico de switcheo como los que se utilizaban antiguamente, habilitando las conexiones entre un dispositivo y la red para ser fácilmente alterada. Con la conexión cruzada es fácil, por ejemplo, relocalizar un departamento en otro edificio sin cambiar las conexiones del usuario de la red.

Los repetidores habilitan tramos largos de cableado los que funcionan levantando la señal, amplificándola, limpiándola y enviándola a través de señales ópticas o eléctricas. Los repetidores son utilizados cuando una red debe exceder el máximo tamaño físico permitido por los estándares de ingeniería.

#### **A.1 Par trenzado sin blindaje (Unshielded Twisted Pair - UTP<sup>12</sup>)**

El par trenzado sin blindaje tiene el costo más bajo de los tipos de cableado de cobre. El UTP consiste en pares de cable entorchados y cubiertos con una delgada capa de plástico aislante.

Este tipo de alambre también es comúnmente utilizado para el cableado telefónico, lo cual es una ventaja. Muchos edificios están cableados con UTP de cuatro alambres para los servicios telefónicos, el cual toma solamente dos hilos de los cuatro, y deja los otros dos libres para servicios especiales de teléfono o para transmisión de datos.

Los más comunes estándares de redes, Ethernet y Token Ring, requieren dos pares entorchados, uno para transmitir y otro para recibir, por lo tanto, no es necesariamente cierto que un edificio precableado con UTP tenga suficiente cable listo para soportar a una red.

Con excepción del cable coaxial, los conductores en un cable de datos deben estar trenzados juntos. La trenza en los cables actúan para cancelar algunas otras emisiones eléctricas, ayudan a proteger contra interferencias eléctricas exteriores, y reducir la radiación de las radio frecuencias. Las trenzas no aíslan completamente a los alambres de la interferencia, sin embargo, como una persona que escucha una voz por una línea telefónica ruidosa, puede entender y contestar perfectamente. El ruido que se escucha por una línea telefónica puede ser causado por conectores de mala calidad u otros dispositivos sobre la línea, tal como por interferencias eléctricas. Las interferencias eléctricas pueden llegar a ser un serio problema en edificios en los cuales el UTP esta instalado cerca de dispositivos eléctricos tales como elevadores.

Los cables de datos nunca utilizan cables que no sean trenzados. Sin la trenza, el cable no es capaz de cancelar interferencias externas. De hecho, dos alambres paralelos constituyen una antena, y la interferencia irradiada y recibida son problemas críticos. Instaladores de redes con UTP mal informados, frecuentemente olvidan esto y utilizan cables convencionales, no trenzados, tales como cordones planos de satín para conectar las computadoras a la red, obteniendo malos resultados.

<sup>12</sup> UTP es un término muy utilizado por lo que se utilizara en lo sucesivo.

Existen varios grados del cable UTP que son identificados por categorías; el cable de categoría cinco tiene la mejor calidad y permite altas tasas de transmisión de datos.

El bajo costo del UTP lo ha hecho atractivo para muchos instaladores de redes, y una considerable pericia en ingeniería ha sido expandida, ampliando el desempeño en redes con UTP. Al inicio, en el desarrollo de Token Ring, se pensó que el UTP no podía soportar rangos más altos de 4Mbps sin interferencia y problemas de radiación. Ahora se ha extendido el desempeño de los UTP en redes Token Ring, que soporta rangos de hasta 16Mbps. Incluso FDDI puede ser corrido a 100Mbps sobre UTP en distancias cortas.

Las ventajas de UTP:

- Relativamente barato
- Los accesorios son relativamente baratos
- Fácil de instalar
- Una tecnología bien establecida
- Muchos edificios ya están cableados con UTP

Las desventajas de UTP:

- El ancho de banda es limitado
- Es susceptible a interferencias magnéticas y emisiones eléctricas.

### A.2 Par trenzado con blindaje (Shielded Twisted Pair - STP<sup>13</sup>)

A diferencia del UTP, los pares de alambre de cobre entorchados en pares trenzados con blindaje (STP) son protegidos individualmente con un forro de aluminio o una trenza de alambre. La protección es conectada a tierra y previene interferencias y señales de radiación. En vista de que cada cable multi-par tiene su propia protección, la interferencia no es problema con un STP.

Las redes Token Ring representan la mayoría de redes con STP. El estándar de Token Ring IEEE 802.5 actualmente sanciona el cable UTP únicamente para un rango de 4Mbps, aunque recientemente estándares propuestos aumentarían este límite a 16Mbps.

Ventajas del STP:

- Soporta distancias más largas que un cable UTP
- Tiene una mayor resistencia que el UTP a las interferencias y otras radiaciones

Las desventajas de STP:

- Es más caro que el UTP y algunas variedades de cable coaxial
- El cable es más grueso que el UTP y que algunos tipos de cable coaxial; puede fácilmente llenar los canales destinados para cableado.
- El UTP es generalmente adecuado en todo, pero en ambientes más estrictos

### A.3 Cable coaxial

El cable coaxial consiste de un conductor central que está rodeado por una protección (ver figura 3-11). La naturaleza eléctrica del cable coaxial lo hace altamente resistente a la interferencia y es capaz de soportar grandes anchos de banda. El cable coaxial es frecuentemente utilizado en redes con "troncales" con ancho de banda grandes que conectan otras redes de área local. Debido a que el backbone debe soportar los niveles de tráfico de información de todas las redes más pequeñas, éste requiere un gran ancho de banda.

El cable coaxial está identificado por su impedancia, especificada en ohmios, el cual totaliza las características eléctricas del cable.

Las impedancias comunes son de 50 ohmios para cables Ethernet y 63 ohmios para cables utilizados en redes ArcNet. Una característica del cable coaxial es que cada terminación del mismo debe terminar con una resistencia que coincide con el rango de impedancia del cable (terminador).

<sup>13</sup> STP es un término muy utilizado por lo que se utilizara en lo sucesivo

Ethernet está entre las redes más comunes que comúnmente emplean cables coaxiales. Hay dos formas de cables Ethernet: el Ethernet estándar o grueso y el Ethernet . Generalmente, los cables coaxiales gruesos pueden transportar señales más lejos y tienen grandes anchos de banda.

Las ventajas del cable coaxial:

- Es fácil de trabajar
- Es resistente a la interferencia
- Ofrece un alto rango de ancho de banda
- Es una tecnología bien establecida
- Algunos edificios ya están cableados con este tipo de cable

Las desventajas del cable coaxial:

- Es más caro que el par trenzado
- No es soportado por algunos estándares de redes, tales como el Token Ring

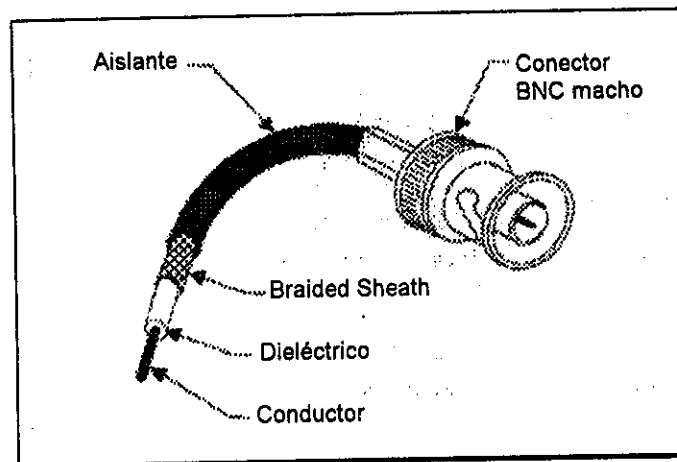


Figura 3-11 Cable coaxial.

#### A.4 Fibra óptica

La fibra óptica es la tecnología del futuro que está siendo utilizada en el presente, pero es a menudo una opción más costosa que otras alternativas de cableado. Aunque es considerablemente más caro que el alambre de cobre, la fibra óptica sobrepasa el desempeño del cobre en muchos aspectos: tiene un potencial de transmitir más datos, más rápido y a mayores distancias, además de ser insensible a las interferencias de tipo eléctrico y magnético.

El cableado con fibra óptica utiliza pulsos de luz, y muchos más pulsos que los eléctricos, para transmitir los datos. Los disparos de luz atraviesan un delgado tubo de vidrio a un ángulo que fuerza a las ondas de luz reflejarse dentro del tubo en lugar de escaparse.

El cableado de fibra óptica es ampliamente utilizado. El cableado de fibra de plástico ha sido recientemente introducido, y permite reducir el costo del cableado con fibra óptica. Aunque la fibra plástica es menos costosa de producir que la de vidrio, aquella es menos transparente, y la fibra plástica no puede funcionar tan bien como la fibra óptica. Debido a que la fibra plástica es utilizada menos frecuentemente que la de vidrio, pudiera costar un poco más que la fibra óptica de vidrio, a pesar de los costos más bajos de manufactura.

La fibra óptica consiste de un pequeño centro de vidrio, generalmente hecho de silicón altamente purificado, colocado en una cubierta delgada, liviana y absorbente llamada la vestimenta (cladding). La vestimenta está encerrada por una cubierta gruesa de plástico o teflón. La construcción de un cable sencillo de fibra óptica es mostrada en la figura 3-12

Una fuente de luz en uno de los extremos del cable introduce pulsos codificados de luz. La fuente de luz puede ser un diodo láser o simplemente un diodo emisor de luz (LED). Un LED es menos costoso, pero el diodo láser es más eficiente y puede generar mayores rangos de datos. Los pulsos de luz son transmitidos a través de la fibra a un fotodiodo en el otro extremo, el cual recibe los pulsos y los convierte a señales eléctricas.

Los rangos de transmisión están limitados por el tipo de red. Ethernet es una red de 10 Mbps. Hay versiones de Token Ring de 4 Mbps y 16 Mbps. FDDI tiene un límite teórico de 100 Mbps/segundo. Es posible combinar muchas señales de redes a fibra utilizando una técnica llamada **multiplexación**. Una fibra sencilla, a través de multiplexación, puede transportar las señales para diez redes Ethernet diferentes, entre dos edificios ampliamente separados en una configuración de campus. Cada red Ethernet individual puede continuar operando, con esta configuración, a un rango efectivo de 100 Mbps.

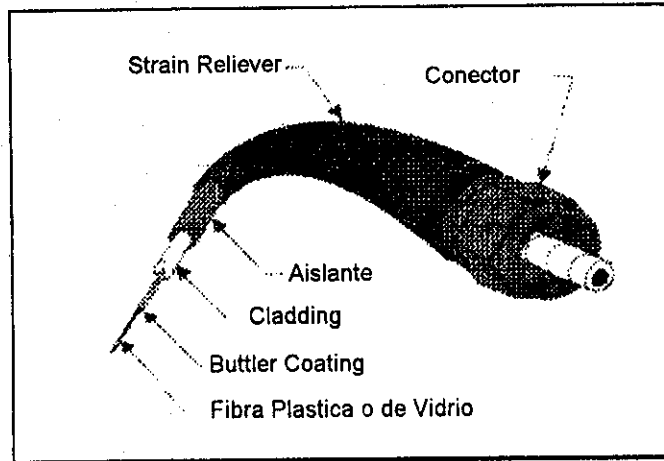


Figura 3-12 Fibra óptica.

### B. Conectores

El tipo más común de los conectores en redes con cable coaxial es el conector BNC. Los conectores para cable coaxial deben mantener la relación entre el conductor central y el blindaje, y todos tienen un conductor en el centro que se conecta al conductor principal del cable. El BNC es un conector bayoneta que se torsiona en el lugar, y es utilizado para Ethernet, ArcNet y otra variedad de redes finas. El conector de la figura 3-13 es un BNC. Con las herramientas adecuadas, estos conectores son fáciles de instalar; la herramienta más importante es una faja diseñada para el cable específico y para los requerimientos de marcas específicas de conectores que sean utilizados.

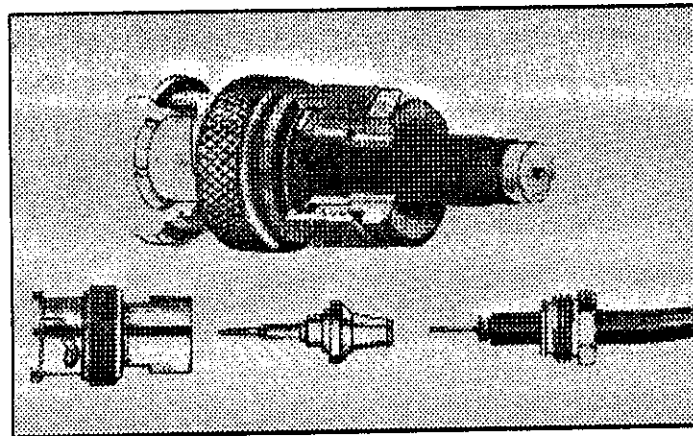


Figura 3-13 Conector BNC (bayoneta).



Otro conector común es el conector N utilizado para redes Ethernet gruesas (thicknet). Cuando los segmentos de coaxial deben ser conectados, un conector barril es empleado, el cual habilita los conectores en la punta de los dos cables que serán unidos en línea.

Los dispositivos generalmente son conectados al cable coaxial delgado utilizando un conector T (ver figura 3-14). Para instalar un conector T, el coaxial principal debe ser cortado y conectado a la barra cruzada de la T con un conector BNC. El dispositivo debe ser conectado uniéndolo directamente a la base de conector T. Los conectores son generalmente las partes más débiles en una red, y el conector T tiene muchas oportunidades de fallar. La mayoría de los conectores y cables son distribuidos por una gran cantidad de organizaciones; se recomienda que cables y conectores de alta calidad sean utilizados para reducir el potencial de fallas.

Alternativamente, un sistema innovador de conectores utilizados para el conocido cableado estructurado, pueden eliminar la vulnerabilidad de los conectores T. Este tipo de conectores consisten en rosetas (wall plates), cables y cajas de reducción que hacen que a los sistemas de cableado fáciles de reconfigurar y con menos riesgo de fallas. Algunos de los componentes de este sistema son mostrados en la figura 3-15.

Los dispositivos son conectados a un cable grueso por medio de un transceiver, el cual es un dispositivo electrónico. Un transceiver es un método opcional de conectar dispositivos en un cableado delgado. El transceiver puede ser configurado como un conector T, con dos conectores para el cable coaxial principal. El transceiver también tiene un conector D que es utilizado para conectar los dispositivos de la red a través de un cable transceiver.

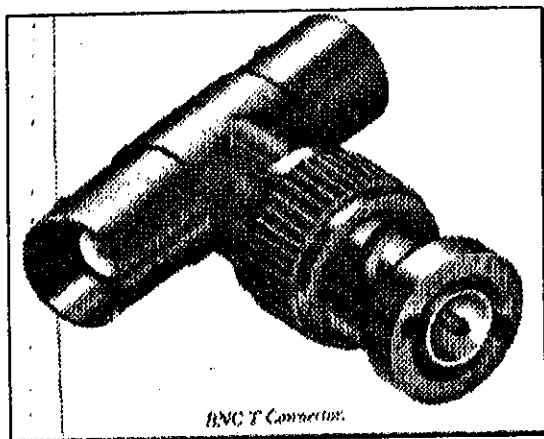


Figura 3-14 Conector T.

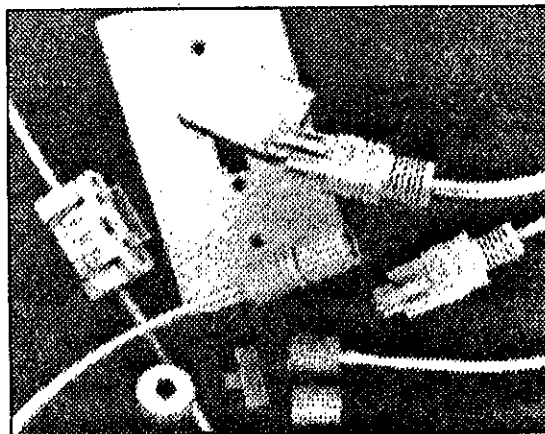


Figura 3-15 Conectores

La instalación de conectores T requieren de un considerable trabajo y fuerza a los instaladores a cortar el cable principal. Un método alternativo de conexión es el conector vampiro. Con este método, un hoyo es perforado en el conector para exponer el conductor central. Un tapón es engrapado al cable, para que sus sondas hagan el contacto apropiado con el conductor trenzado y el central. Los conectores vampiro son más comúnmente utilizados con cable coaxial grueso que con el coaxial delgado.

Los conectores para el cable par trenzado son hechos en una gran variedad. Los tipos más comunes incluyen las siguientes características:

- Conectores D, los que consisten en pines o conectores encerrados en una especie de concha con forma de D.
- Los conectores de datos IBM, utilizados más comúnmente en redes Token Ring
- Conectores instantáneos de tipo telefónico, tales como los RJ-11 de 6 pines y el RJ-45 de 8 pines.

La última opción representa un paso grande hacia la estandarización. Muchos de los estándares de red basadas en cables UTP utilizan cables de teléfono. Esos conectores son fáciles de unir a los cables con las herramientas apropiadas. Hay una gran cantidad de cables baratos en una gran variedad de longitudes. Quizá la única desventaja de los conectores telefónicos es que ellos no pueden ser utilizados con cables con blindaje.

### **B.1 Repetidores**

Aunque los repetidores no son unos conectores reales, si actúan como tales. Los repetidores están colocados en intervalos clave de distancia en tramos muy largos de cable. Ellos reciben las señales, las amplifican y las envían por el otro tramo, habilitando grandes distancias de cableado.

### **B.2 Los terminadores**

Un terminador es un conector que incorpora una resistencia y generalmente van instalados al final de cableado con coaxial. Esta resistencia balancea las características eléctricas del cable y absorbe las señales de las puntas del cable ya que ellas no pueden regresar por el cable y causar interferencia. Los terminadores son requeridos normalmente solo para las redes con topología física de bus, por ejemplo en una red Ethernet. Los cables en otras topologías físicas generalmente se conectan directamente entre dos dispositivos y están terminados por los dispositivos mismos. Este es el caso para las redes Token Ring y generalmente ArcNet.

### **B.3 Rosetas**

Cómo su nombre lo indica, una roseta es un plato plástico similar a los utilizados en los tomacorrientes eléctricos o los conectores telefónicos. No es utilizado para conectar un dispositivo eléctrico en la fuente de electricidad, sin embargo, este tipo de roseta le permite conectar un cable de computadora en una red.

Cables y conectores son los puntos de unión más débiles en una red, y cualquier paso tomado para reducir su vulnerabilidad de daño será pagado con gran fiabilidad.

### **B.4 Conectores cruzados**

Los conectores cruzados son dispositivos que simplifican el proceso de conectar dispositivos entre ellos. Los dos tipos más comunes son los de ensartar y los paneles de parches. Los bloques de enhebrar son conectores cruzados clásicos utilizados para el cableado de los sistemas telefónicos en la casa. Generalmente utilizado con cableado UTP, los bloques de enhebrar consisten en filas de pines partidos, instalados en una caja que está atornillada a la pared. Una herramienta para enhebrar es utilizada para presionar el hilo del cable con los pines, los cuales cortan automáticamente el aislamiento del cable y realiza un contacto eléctrico. En manos de un experto, el proceso de instalar cable UTP en bloques es rápido y resulta en conexiones confiables.

Los bloques de enhebrar son algunas veces difíciles de reconfigurar. A menos que la instalación de la LAN sea cuidadosamente planeada de antemano, el cableado de red tiende a ser caótico: algunas partes del departamento están conectadas a un bloque de enhebrar; algunas partes están conectadas a otras. Cuando es tiempo de mover o reconfigurar el departamento, puede ser difícil de aislar todas las conexiones que están incluidas.

La solución ideal a este problema es el panel de parches, el cual es simplemente un arreglo de conectores. Generalmente, la parte posterior del panel de parches es conectado directamente a cada dispositivo de la red. Un dispositivo puede ser conectado a otro usando un cordón pequeño para unir los conectores al frente del panel de parches. Esto es un sistema versátil, ya que puede ser fácilmente etiquetado y es fácil de documentar y modificar.

Una desventaja potencial del sistema panel de parches es que cada dispositivo requiere ser cableado a una localidad central, lo cual puede resultar en largas concentraciones de cables que pueden

congestionar las instalaciones del mismo. Este problema es especialmente agudo cuando son utilizados cables pesados. Cables UTP y fibra reducen ésta congestión.

### 3.4.2 Topologías físicas.

Las estaciones de trabajo y el servidor de archivos en una red de área local deben todas estar conectadas vía el medio de transmisión o cableado. El modelo físico de la red es llamado "topología", y puede ser comparado con un mapa topográfico. Este mapa representa el terreno, las colinas, inclinaciones y áreas planas, mostrando exactamente cómo la tierra está distribuida. Así, la topología de una LAN describe cómo ésta es construida.

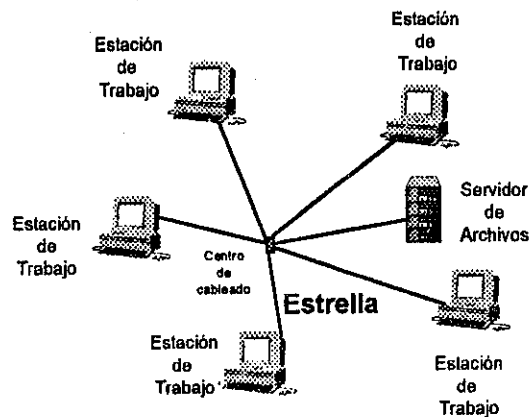
Un punto debe ser aclarado. La instalación actual de una red de área local puede no parecerse realmente a la topología utilizada en su diseño, pero la topología describe el ambiente de cableado. Hay tres topologías básicas, con varias derivaciones de éstas. Las siguientes son las más comunes:

- Estrella (star)
- Anillo (ring)
- Bus Lineal (linear bus)

#### A. Topología de Estrella

La red en estrella tiene un hub central al cual todas las estaciones de trabajo, o nodos, y el servidor de archivos están conectadas por medio de un cable. El hub es el punto focal de la estrella, y todo el tráfico de la red debe pasar a través del hub.

La topología de estrella ofrece una cantidad de ventajas sobre otras topologías. Una es el fácil servicio. Desde que el área concentrada de conexión es el hub, el esquema de la red es fácil de modificar. Los diagnósticos son también muy fáciles de llevar a cabo en una topología de estrella. Por ejemplo, un cable defectuoso es fácil de encontrar, ya que existe únicamente un cable para cada estación de trabajo que accesa el hub, figura 3-16.



**Figura 3-16** En una estrella, el controlador puede ser un hub o al cual el servidor de archivos está conectado.

Por otro lado, una LAN con topología de estrella tiene ciertas desventajas. Uno es la cantidad de cable necesitado para conectar la red, y los gastos adicionales en que se incurre. Más cantidad de cable es necesario, ya que hay un cable para cada nodo. Un problema potencial más grande es que todos los datos deben pasar a través de un punto central, así que si el hub falla la red entera falla.

#### Ventajas de la topología de estrella

- El esquema de cableado es fácil de modificar
- Una estación de trabajo puede ser agregada fácilmente.
- El diagnóstico de problemas y el control de tráfico están centralizados

### Desventajas de la topología de estrella

- Gran cantidad de cable es requerido
- Más cable significa más gasto
- Un hub central significa que existe un único punto para fallas potenciales de la red.

### B. La topología de anillo

La topología de anillo conecta muchas estaciones de trabajo o nodos en un único medio de transmisión que forma un anillo. No existen finales (o puntas) para el cableado, ya que éste forma un anillo completo. Cada nodo en el cableado actúa como un repetidor, que impulsa la señal entre las estaciones de trabajo.

Los datos viajan alrededor del anillo en una única dirección y para a través de cada nodo.

La topología de anillo tiene ciertas ventajas; una de ellas es que se requiere de una cantidad menor de cable para su instalación, lo que reduce los costos de cableado. No existe un hub central, un concentrador o un cableado centralizado ya que los nodos proveen de esta función (ver figura 3-17).

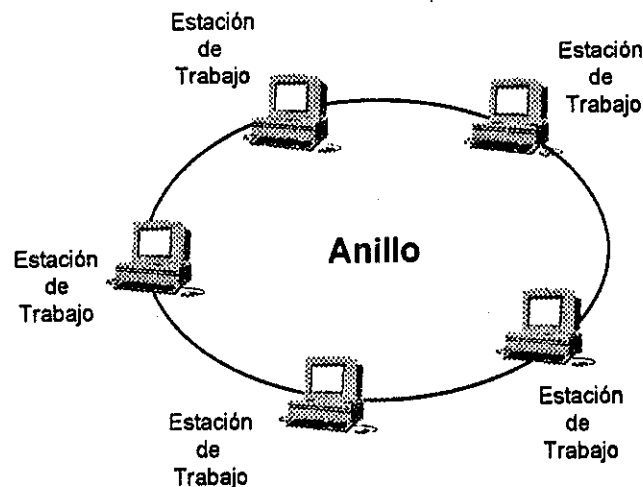


Figura 3-17 Topología de anillo

Por otro lado, el anillo también tiene algunas desventajas. Si una estación de trabajo o nodo falla, la red completa falla, ya que los datos están pasando a través de cada uno de ellos; es una red todo-o-nada. Los diagnósticos son también difíciles de realizar con una topología de red. Adicionalmente, la modificación a la red, tal como agregar estaciones de trabajo, son más difíciles ya que parte de la red no puede ser deshabilitada para acomodar las modificaciones, por lo tanto, la red completa debe ser apagada.

#### Ventajas de una red de anillo:

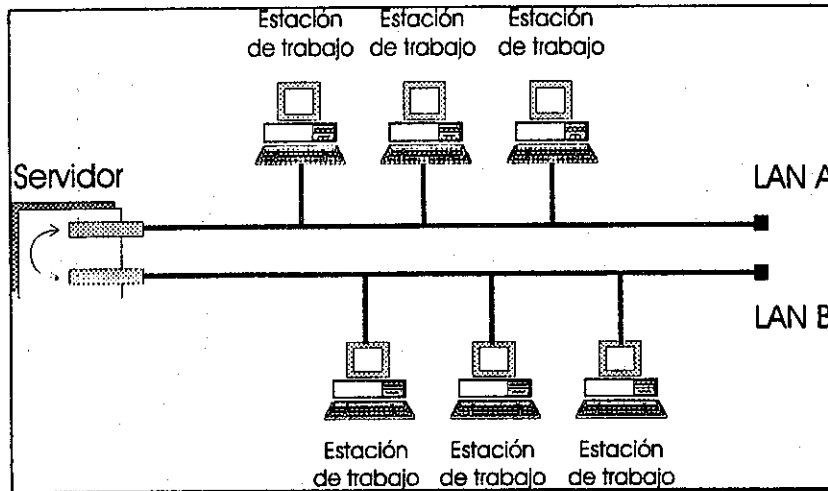
- La longitud de cableado en general es menor.
- Cables más cortos significan costos de cableado más bajos
- No es requerido un armario para el cableado.

#### Desventajas de una red de anillo:

- Una falla separada de una estación de trabajo causa una falla de la red
- Es más difícil diagnosticar las fallas.
- Las modificaciones/reconfiguraciones de la red son más difíciles y desorganiza la operación de la misma.

### C. Topología de bus

La topología de bus consiste en un número de nodos que están conectados a un cable común o bus. Este cable común es conocido como una línea troncal (trunk line) o segmento de red (network segment). La señal en un bus viaja en ambas direcciones, desde las estaciones de trabajo o nodos. Cada extremo de una línea troncal tiene una terminación, así cuando el tráfico de la red alcanza el extremo del cable, es removida de la red y ya no rebota de regreso. A diferencia de la topología de anillo, los datos viajan por los nodos y no a través de ellos (ver figura 3-18).



**Figura 3-18** En la topología de bus los datos fluyen en ambas direcciones sobre el bus, en ambos extremos debe existir un terminador.

La topología de bus tiene ciertas ventajas. Una ventaja obvia es la cantidad mínima de cable en un esquema de cableado simple. Las estaciones de trabajo sobre el cable trabajan como un concentrador o hub con la característica adicional de un repetidor. Sin embargo, si un nodo falla éste no afecta a la red completa. Esto hace fácil de extender la red y de agregar nodos. La mayor desventaja de la topología de bus es que, desde que hay pocos puntos de concentración, los diagnósticos de fallas y los aislamientos de los mismos es muy difícil.

#### Ventajas de la topología de bus

- Utiliza una mínima cantidad de cable
- El esquema de cableado es sencillo
- Posee una arquitectura elástica; su simplicidad la hace muy confiable
- Es muy fácil de extender

#### Desventajas de la topología de bus

- Los diagnósticos de fallas y aislamientos de las mismas son difíciles.
- El troncal puede ser un cuello de botella para la red cuando el tráfico de la misma es muy pesado.

Modificando y combinando algunas de las características de estas topologías puras de red, pueden resultar topologías híbridas que pueden frecuentemente proveer una gran eficiencia en las redes. Las dos topologías híbridas siguientes dominan los actuales diseños de redes:

- Árbol (tree)
- Estrella anillo (star-wired ring)

De estas dos topologías, la estrella anillo es la más frecuentemente utilizada.

#### **D. La topología estrella-anillo**

Como su nombre lo sugiere, la topología estrella-anillo combina los atributos de las topologías de estrella y de anillo respectivamente. En esencia, el hub de esta topología, llamada cableado centralizado (wiring center), constituye un anillo. Este cableado centralizado puede estar en una localidad o en muchas localidades a través de toda la red y debe hacerse una conexión física completa. Si el anillo del cableado centralizado es roto, la red falla. Las estaciones de trabajo están conectadas al anillo, irradiadas hacia afuera desde el cableado del mismo. La irradiación de las estaciones de trabajo constituye la sección de estrella de esta topología estrella-anillo.

Una ventaja importante de esta topología es que si una o más estaciones de trabajo llegan a estar inoperables, la red no fallará. Cada estación de trabajo es considerada como un lóbulo que viene del centro de cableado en anillo. Actualmente, las tarjetas de interface de las estaciones de trabajo de la red no están directamente conectadas al anillo. El lóbulo es una conexión o puerto donde un extremo de un cable es conectado al cableado centralizado del anillo y el otro extremo del cable conecta a las tarjetas interface de las estaciones de trabajo de la red. El hardware y software para esta topología formara una desviación alrededor de un lóbulo inoperante o estación de trabajo, y así la red puede funcionar sin ninguna interrupción.

De esta forma, los beneficios de la topología de estrella son incorporados dentro de la topología de anillo produciendo esta topología híbrida, conocida como topología cableada de estrella (star-wired).

Esta topología esta ganando rápidamente popularidad en la comunidad de redes de área local, así como también entre los usuarios del área de las telecomunicaciones. La popularidad de esta topología está alcanzando un punto donde muchos profesionales no la catalogan como una topología híbrida.

Ventajas de una red estrella-anillo

- El diagnóstico de fallas y el aislamiento de las mismas es relativamente fácil.
- El diseño modular resulta en una red fácil de expandir.

Desventajas de una red estrella-anillo

- La configuración de la red puede ser técnicamente complicada.
- El sistema de cableado es complicado.

#### **E. Topología de árbol**

La topología de árbol, también llamada estrella distribuida, consiste en varios buses que son encadenadas en margarita (daisy-chained). Allí puede haber inicialmente un bus que es conectado a un hub, el cual divide aquel bus en dos o más buses. Esta división de los buses pueden continuar, creando más buses de las divisiones del bus original. Así, los atributos de una estrella son logrados.

Una explicación más específica de una topología de árbol podrá ayudar a entender cómo llega a ser una estrella distribuida. Un bus es dividido para llegar a tener tres buses. Cada uno de estos tres buses son divididos de nuevo para formar tres nuevos buses. En este punto, hay 13 buses lineales; el bus original; luego dividiendo el primer bus en tres, resultan cuatro buses lineales; luego dividiendo cada uno de estos tres crean tres grupos de tres buses lineales, es decir, nueve buses más. Al sumarlos se tienen un total de 13 buses.

Esta topología es relacionada con un árbol porque mantiene ramificaciones hacia afuera tal como un árbol se expande. Hay limitaciones, tales como el número de niveles o ramificaciones que pueden ser creados.

Los beneficios y problemas potenciales con una topología de árbol son los siguientes:

Ventajas de una red en árbol:

- Es fácil de extender
- Simplifica los aislamientos de las fallas

Desventajas de una red en árbol:

- La estructura es dependiente de la raíz; si el bus primario falla, las redes fallan.

### 3.4.3 Protocolos de comunicación.

Hace algunos años parecía que la mayoría de los fabricantes de computadoras y software fueran a seguir las especificaciones de la Organización internacional para la estandarización (International Organization for Standardization, ISO) sobre Interconexión de sistemas abiertos (Open Systems Interconnection, OSI). OSI define cómo los fabricantes pueden crear productos que funcionen con los productos de otros vendedores sin la necesidad de controladores especiales o equipamiento opcional.

El único problema para implantar el modelo ISO/OSI fue que muchas compañías ya habían desarrollado métodos para interconectar su hardware y software con otros sistemas. Aunque los vendedores pidieron un soporte futuro para los estándares OSI, sus propios métodos estaban a menudo tan atrincherados que el acercamiento hacia OSI era lento o inexistente. Algunas compañías de redes expandieron sus propios estándares para ofrecer soporte a otros sistemas, y relegaron los sistemas abiertos a un segundo plano.

Sin embargo, los estándares OSI ofrecen un modo útil para comparar la interconexión de red y la interoperatividad entre varios vendedores. En el modelo OSI, hay varios niveles de protocolos en una jerarquía de protocolos, trabajando cada uno en diferentes niveles del hardware y el software. Se puede examinar lo que hace cada nivel de la jerarquía para ver cómo los sistemas se comunican en una LAN.

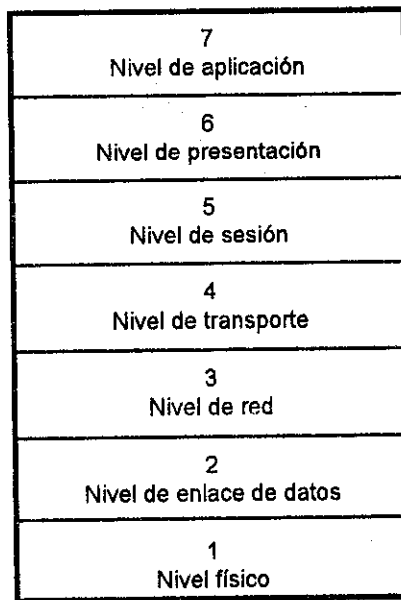
La figura 3-19 muestra el modelo OSI para interconexión o jerarquía de protocolos. Un **protocolo** es un modo definido de comunicación con otro sistema. La figura especifica la coordinación de señales y la estructura de los datos comunicados. Los niveles más bajos de la jerarquía de protocolos definen las reglas que los vendedores pueden seguir para hacer que sus equipos puedan interconectarse con los de otros vendedores. Los niveles más altos definen cómo interopera el software. Cuanto más subimos dentro de la jerarquía, las comunicaciones entre el software ejecutado en diferentes sistemas se vuelven más sofisticadas.

Como se ha mencionado previamente, muchos vendedores no siguen exactamente la jerarquía de protocolos OSI. Ellos usan otras jerarquías de protocolos que se parecen mucho a la jerarquía OSI. Un producto que usa una jerarquía de protocolo no puede conectarse ni interoperar directamente con un producto que usa otra jerarquía, sin embargo, se pueden alcanzar ciertos niveles de interoperatividad entre ellas usando varias técnicas de reembalaje y conversiones de protocolo. A continuación, se muestran las jerarquías de protocolos más importantes:

- Jerarquía de protocolos OSI. Esta jerarquía está definida por las ISO para promover una interoperatividad a nivel mundial. Suele ser usada como estándar para comparar otras jerarquías de protocolos; por su importancia se detallara posteriormente.
- Protocolo NetWare SPX/IPX. El protocolo NetWare Sequenced Packet Exchange/Internetwork Packet Exchange (SPX/IPX) es el protocolo nativo usado por Novell NetWare. Es un derivado de la jerarquía de protocolos de Servicios de Red Xerox (Xerox Network Services, XNS)
- Protocolo TCP/IP. Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) fue una de las primeras jerarquías de protocolos. Originalmente, fue puesto en práctica por el Departamento de Defensa como un modo de unir los productos de red de varios vendedores. La parte IP proporciona actualmente una de las mejores definiciones para la interconexión entre redes y está siendo usada por muchos vendedores como una vía para interconectar áreas locales y ocultas.
- Protocolos Apple Talk. Los protocolos AppleTalk fueron definidos por Apple Computer como un modo de interconexión entre sistemas Apple Macintosh.
- Protocolos IBM/Microsoft. Los protocolos de IBM y los de Microsoft son agrupados a menudo porque las dos compañías desarrollan conjuntamente productos usados por ambas, como LAN Manager y OS/2.

#### A. Paquetes de información.

Para entender mejor las jerarquías de protocolos es importante comprender el modo en que la información se transfiere a través de las redes. La información es **embalada** en **sobres** de datos para la transferencia. Cada grupo, a menudo llamado paquete o trama, tiene una dirección y una descripción de los datos que contiene. Cada paquete incluye la siguiente información:



**Figura 3-19** La jerarquía de protocolos OSI.

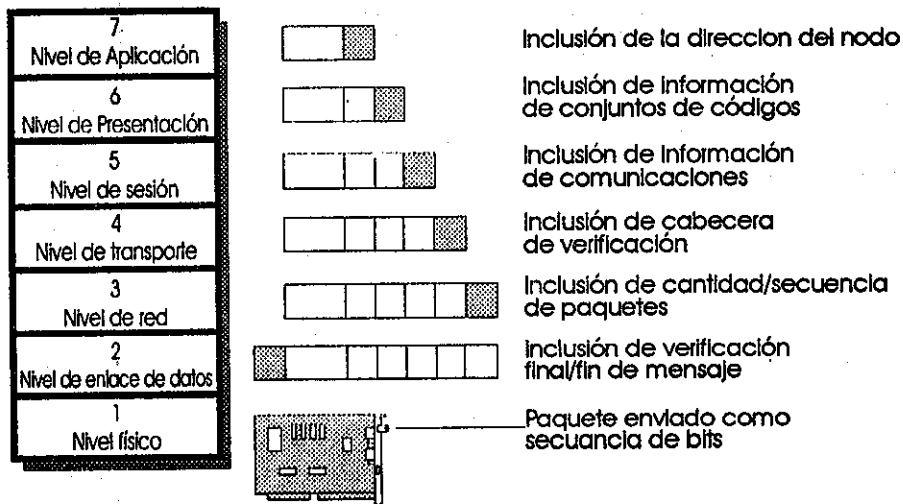
- **Datos, o la carga.** La información que se quiere transferir a través de la red, antes de ser añadida ninguna otra información. El término **carga** evoca a la pirotecnia, que es una analogía apropiada para describir cómo los datos son **disparados** de un lugar a otro de la red.
- **Dirección.** El destino del paquete. Cada segmento de la red tiene una dirección, que solamente es importante en una red que consista en varias LAN interconectadas. También hay una dirección de la estación y otra de la aplicación. La dirección de la aplicación se requiere para identificar a qué aplicación de cada estación pertenece el paquete de datos.
- **Códigos de control.** Información que describe el tipo de paquete y el tamaño. Los códigos de control también incluyen códigos de verificación de errores y otra información.

### **B. Jerarquía de protocolos OSI**

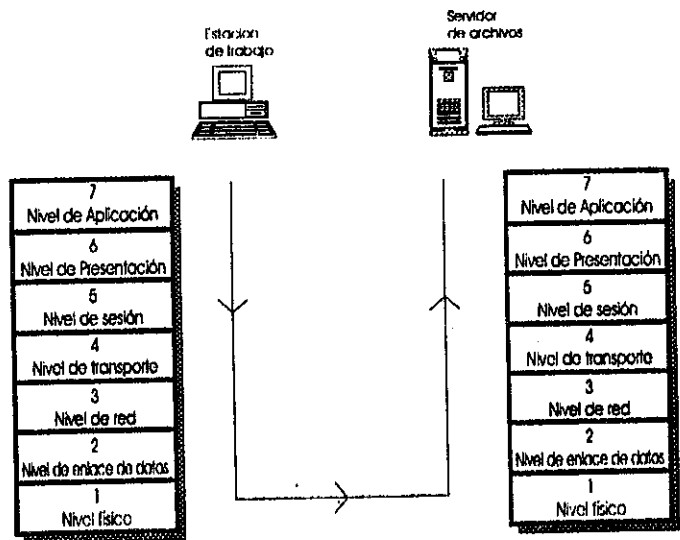
Cada nivel de la jerarquía de protocolos OSI de la figura 3-19 tiene una función específica y define un nivel de comunicaciones entre sistemas. Cuando se define un proceso de red, como la petición de un archivo por un servidor, se empieza en el punto desde el que el servidor hizo la petición. Entonces, la petición va bajando a través de la jerarquía y es convertida en cada nivel para poder ser enviada por la red. Cada nivel añade a los paquetes su propia información de seguimiento, como se muestra en la figura 3-20. El flujo de estos datos es mostrado en la figura 3-21.

Los niveles definen simplemente las reglas que usan las aplicaciones, los controladores de red y el hardware de red para comunicarse en la red. Los programadores trabajan sin las limitaciones que traen consigo las reglas para crear distintos tipos de programas de red. Puede tomarse como ejemplo que una empresa ha definido un conjunto de reglas y procedimientos de siete niveles para llevar la gerencia de la empresa. En la parte de abajo, hay reglas que definen lo que hacen los empleados regulares. En la parte central hay procedimientos y reglas para la gerencia de divisiones o departamentos. En lo alto hay reglas que el presidente de la compañía y los usan para supervisar el total de la empresa. Conforme se sube en los niveles, las reglas se hacen más sofisticadas y envolventes.





**Figura 3-20** Información que se va agregando a los paquetes conforme pasan por los niveles del protocolo.



**Figura 3-21** Los paquetes se componen pasando por cada nivel. Entonces son transportados a través de la red y son descompuestos en la estación del servidor.

Del mismo modo, una jerarquía de protocolos define reglas que los programadores usan para crear aplicaciones conscientes de la red. En el fondo, son reglas básicas que definen las comunicaciones entre equipos. Un programador que trabajó en este nivel diseña controladores para las tarjetas de red. En la zona central, se define el modo en que el hardware y el software de la red trabajan conjuntamente. Las empresas de software de red diseñan interfaces de programas de aplicación (API) que siguen las reglas del nivel medio. Los programadores usan API, que contienen ganchos de programación y módulos de código, para simplificar sus tareas de programación. En la parte de arriba hay aplicaciones de red, como e-mail y programas de grupo. Esto se somete a los protocolos de red de los niveles más altos, que definen cómo se comunican las aplicaciones ejecutadas en distintas estaciones de la red.

Los siguientes conceptos describen los protocolos de red. Se debe tener preparado el hardware de la red (el nivel físico) antes que ningún otro nivel de comunicación, así que será descrito en primer lugar.

### **B.1 El nivel físico**

El nivel físico define las características físicas del sistema de cableado. Abarca todos los métodos de red disponibles, incluyendo Token Ring, Ethernet. También define las comunicaciones por radio y por infrarrojos, fibra óptica y cable RS-232-C, que se usa para conectar modems a los computadores. El nivel físico especifica lo siguiente:

- Conexiones eléctricas y físicas.
- Cómo se convierte en un flujo de bits la información que ha sido paquetizada (metida en sobres o tramas) para ser transmitida por cable.
- Cómo consigue el acceso al cable la tarjeta de red.

### **B.2 El nivel de enlace de datos**

El nivel de enlace de datos define las reglas para enviar y recibir información a través de la conexión física entre dos sistemas; da por supuesto que el nivel físico ya ha establecido conexión. El nivel de enlace de datos controla un flujo de datos paquetizados. Si el flujo de datos es muy rápido, la estación receptora deberá indicar que es necesaria una pausa para poder extraer la información. Si un paquete llega defectuoso o no llega, se le deberá decir a la estación que manda los datos que lo envíe de nuevo. El nivel de enlace de datos se divide en dos subniveles. El nivel MAC (Media Access Control, control de acceso medio), que se encarga de enviar los paquetes a sus destinos y el nivel LLC (Logical Link Control, Control de enlace lógico), que recibe paquetes de niveles superiores y los envía al nivel MAC. Los métodos de comunicación usados dependen del tipo de tarjeta de red que se use. Es necesario configurar un controlador para la tarjeta con la jerarquía de protocolos adecuada para que se adapte al tipo de comunicaciones que va a manipular. La compatibilidad en este nivel no es un problema, debido a que cada equipo de la red usa la misma tarjeta de red.

### **B.3 El nivel de red**

El nivel de red define protocolos para abrir y mantener un camino entre equipos de la red. Se ocupa del modo en que se mueven los paquetes. El nivel de red puede mirar la información sobre la dirección y determinar el mejor camino para transferir los datos a su destino. Esto es importante en las interconexiones entre redes, donde se enlazan varios segmentos LAN. Si un paquete lleva la dirección de una estación local, se envía directamente allí. Si lleva la dirección de otro segmento de la red, el paquete es enviado a un dispositivo de encaminamiento (routing), que envía el paquete usando el mejor camino a través de los routers. Antes de conseguir llegar a su destino, un paquete debe ser enviado a través de un gran número de routers. Conocer el mejor camino antes de enviar los paquetes ayuda a evitar muchos de estos saltos.

Es necesario usar dispositivos de encaminamiento cuando hay redes interconectadas para optimizar la entrega de los paquetes. Los puentes (bridges) son dispositivos más simples que envían los paquetes sin buscar la mejor ruta. Los puentes operan en el nivel de enlace de datos, y los routers en el nivel de red.

### **B.4 El nivel de transporte**

El nivel de transporte suministra el mayor nivel de control en proceso que mueve actualmente datos de un equipo a otro. Este nivel proporciona un servicio de calidad y una entrega precisa encargándose de la detección de errores y su corrección. El nivel de transporte asigna un número de orden que es revisado en el receptor a la información paquetizada. Si falta información del paquete al acabar la recepción, el protocolo del nivel de transporte acuerda un reenvío con el nivel de transporte del equipo que mandó los paquetes. Este nivel se asegura de que toda la información se recibe en el orden adecuado. En este nivel se establece un circuito virtual, que es como una conexión telefónica garantizada, entre dos equipos. Los dos equipos mantienen sus propias comunicaciones durante la sesión de transferencia de datos.

### **B.5 El nivel de sesión**

Este nivel coordina el intercambio de información entre equipos. Se llama así por las sesiones de comunicaciones que establece y concluye. La coordinación es requerida cuando un equipo es más lento que otro o si la transferencia de paquetes no está ordenada. El nivel de sesión añade al paquete información sobre el protocolo de comunicaciones que se debe usar, y mantiene la sesión hasta que finaliza la transferencia de información.

### **B.6 El nivel de presentación**

En este nivel, los protocolos son parte del sistema operativo y de la aplicación que el usuario acciona en la red. La información es formateada para aparecer en pantalla o ser impresa. Los códigos incluidos en la información, son interpretados como etiquetas o secuencias gráficas especiales. Este nivel también maneja el cifrado de los datos y la manipulación de otros conjuntos de caracteres.

### **B.7 El nivel de aplicación**

En este nivel, el sistema operativo de red y sus aplicaciones se hacen disponibles a los usuarios. Los usuarios emiten órdenes para requerir los servicios de red, y esas órdenes son paquetizadas y enviadas por la red a través de los niveles de protocolos más bajos.

## **C. El Flujo de Información**

La figura 3-21 muestra cómo fluye la información a través de la jerarquía de protocolos y de unos equipos a otros. La información comienza en los niveles de aplicación y presentación donde un usuario trabaja con una aplicación de red, como en un paquete de correo electrónico o una base de datos distribuida. Las peticiones de servicios pasan a través del nivel de presentación hasta el nivel de sesión, que es el que inicia el proceso de paquetización de la información y abre una sesión de comunicaciones entre los dos equipos. Una vez que la sesión se ha establecido, cada nivel de uno de los equipos establece básicamente una comunicación con su nivel equivalente de otro equipo. Las rutinas del nivel de transporte preparan el paquete para una transmisión correcta añadiendo una información que ayuda en la detección y corrección de errores. Este nivel proporciona una conexión entre el software del nivel de aplicación y el hardware de la red. Al llegar a este punto se deberá seleccionar uno de los varios protocolos del nivel de transporte, si el paquete no va dirigido a un equipo de red. El nivel de transporte le añade al paquete números de orden y otra información y lo envía al nivel de red.

Las rutinas del nivel de red planean la mejor ruta para llegar al destino y añaden al paquete información de ruta. Se deberá seleccionar un protocolo de interconexión entre redes. El nivel de red envía el paquete al nivel de enlace de datos, donde es preparado para el transporte a través de la red. También, este nivel establece un método para controlar el flujo de datos a través de la conexión. Finalmente, los paquetes están dispuestos para su transferencia por la red. La tarjeta de red consigue el acceso al cable usando su método incorporado de acceso al medio CSMA/CD (acceso múltiple por detección de portadora/detección de colisiones), paso de testigo u otro método, y envía el paquete como un flujo de bits a través del cable. El proceso se invierte en el equipo remoto. Esto ocurre cientos de miles de veces por segundo, que depende del número de paquetes que lleva al enviar una petición de servicio, un bloque de información o un archivo completo.

## CAPÍTULO 4

### Implementación y configuración de redes de área local

Desde hace algún tiempo, las organizaciones han ido reconociendo rápidamente que la información es uno de los recursos más importantes con los que se cuenta. Las corporaciones de hoy en día están confiando más y más en sistemas de información basados en computadoras para manejar este crecimiento de recurso de información, sin embargo, estos sistemas pueden cubrir una gran cantidad de hardware y software. Puede ser tan pequeño como una simple computadora personal o tan grande como un mainframe con múltiples computadoras. El crecimiento rápido de los sistemas de información basados en computadoras han sido implementadas en los negocios de hoy a través de redes de área local.

Para ser efectiva, una LAN debería ser implementada de acuerdo con lo planeado, con una serie sistemática de pasos y procedimientos; esto asegura una instalación apropiada y eficiente. Estos pasos y procedimientos pueden ser divididos en cuatro fases o categorías como muestra la Figura 4.1, las que tomadas en conjunto, forman lo que se conoce como el ciclo de vida o ciclo de desarrollo de sistemas de un sistema de información basado en computadoras, el cual puede ser utilizado para nuestro propósito: configurar una red de área local.

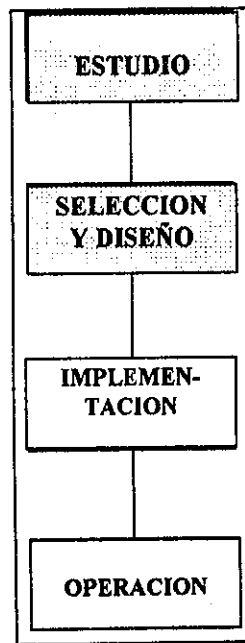


Figura 4-1 El ciclo de vida del desarrollo de redes de área local.

Las primeras dos fases permiten encontrar los requerimientos y la configuración de la red idónea, mientras que los últimos dos permiten la implementación de la misma. El objetivo de este trabajo se cumple con los primeros dos puntos, por tal razón, son los que se describirán a detalle en las próximas líneas.

Por la dificultad de transmitir toda la información, referencias cruzadas y experiencia que utiliza un experto en redes al realizar una configuración, se presenta esta metodología que es una serie de pasos formales, que es una entre muchas y no la que necesariamente utiliza un experto en redes de área local, sin embargo, presenta un panorama general bastante amplio, de los aspectos que deben considerarse al configurar una red.

## **4.1 Fase de estudio**

La fase de estudio es el inicio del ciclo de vida, que nos permite encontrar los requerimientos y necesidades de la organización. La primera parte de la fase de estudio comprende la investigación y análisis, seguido del estudio de factibilidad, en donde se define si realmente es posible la implementación de la red, por último, la pregunta clave: ¿instalar o no instalar?

### **4.1.1 Investigación y análisis**

La investigación y el análisis es una parte de la fase de estudio que consiste en reunir toda la información de la organización, seguido por un reporte plasmado en un documento. Los hechos necesarios y la información puede ser obtenida siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Recolección de información de fondo
2. Definición de problemas
3. Evaluación de la información o requerimientos de los usuarios
4. Identificación de los recursos y limitaciones
5. Reporte de la información recolectada

#### **A. Paso 1. Recolectar información de fondo**

En primer término, la información de la organización debe ser reunida antes de que un verdadero análisis pueda ser llevado a cabo. Esta información debería incluir la historia de la organización, su estado presente y el crecimiento proyectado, las políticas de operación, los estilos de administración, el ambiente de trabajo, los componentes de la organización, un vistazo de sistemas actuales y procedimientos, y la actitud o puntos de vista de las personas a quienes afectará la instalación de una red de área local. Este último elemento evalúa el punto de vista de los usuarios, que es muy importante y no debería ser descuidado o tomado a la ligera. La cooperación o no cooperación de las personas involucradas puede marcar la diferencia entre el éxito o fracaso de la red.

Entender perfectamente las políticas de la compañía se convierte en un punto muy importante. Esto proporciona al analista un mejor entendimiento de lo que puede encontrar, al momento de implementar una red de área local. Por ejemplo, un ejecutivo clave de la organización puede venir de otra organización en la que utilizaba exclusivamente una minicomputadora. Esta persona puede estar totalmente opuesta a la instalación de computadoras personales a través de la compañía. Al mismo tiempo, otro empleado puede gustarle la utilización de computadoras personales. A estas personas la idea de estar conectados a una LAN puede ser comparado con perder algo de su independencia, o la LAN puede ser la mano derecha del gerente, y ciertas personas pueden querer ver que esa persona tenga problemas. En esta situación, la cooperación puede entorpecer la instalación de la red, no porque la red sea inefectiva, sino simplemente para causar problemas a un gerente impopular.

#### **B. Paso 2. Definir el problema**

Como se discutirá posteriormente, iniciar el estudio para examinar la factibilidad de instalar una LAN no se realiza por simple exigencia. Generalmente existen problemas concretos en los procesos de información de la organización, los que son de suficiente magnitud para garantizar el análisis del sistema. Muchas veces, estos problemas no se observan a simple vista, y deben ser identificados de tal forma que las fallas en los sistemas de proceso de información sean corregidas. Usando la información de fondo que ha sido recolectada, puede ser fácil identificar y definir dichos problemas.

#### **C. Paso 3. Evaluar los requerimientos**

Cualquier sistema de información basado en computadoras que no proveen información exacta y a tiempo, es de un uso limitado. Es más, la información que se produce debe ser de valor para las personas que la necesitan. Veinte reportes pueden ofrecerse a un pequeño departamento, pero si esos reportes no proveen la información correcta, se está perdiendo el tiempo. Debe tomarse especial cuidado para asegurarse que los requerimientos de información de la organización y sus trabajadores han sido encontrados. Esto requiere de un análisis detallado. El volumen de información procesado por el sistema de información, debe ser conocida. ¿Qué

departamentos necesitan determinado tipo de programas de aplicación? ¿Qué departamentos necesitan algún reportes y en qué formatos? Las tareas que debieran ser ejecutadas sobre la LAN y cuáles debieran ser manejados localmente sobre una computadora personal, deben ser evaluados. Finalmente, la expansión de la organización debe ser considerada, las necesidades de información que se tendrán dentro de tres meses, seis meses, uno, dos, tres y cinco años. Dichas necesidades deben ser proyectadas y documentadas. Todos los requerimientos a largo plazo de las personas de la organización deben ser encontrados con el propósito de hacer a la red de área local una solución viable. Si no se encuentran dichos requerimientos de las personas y la organización, las más sofisticadas redes de área local serían innecesarias e inútiles.

#### **D. Paso 4. Identificar recursos y limitaciones**

Durante la investigación y la fase de análisis, los recursos de la organización deben estar identificados y documentados. Por otra parte, las limitaciones de la organización también deben estar documentadas.

Los recursos de la organización que tengan un impacto en la implementación del nuevo sistema de computación cae en una de dos categorías:

Recursos de hardware y software de computación  
Recursos humanos

Los primeros puntos que se van a examinar son los recursos de hardware y software con los que la empresa actualmente cuenta. ¿Cada persona tiene su propia computadora personal? La organización tiene una minicomputadora o un mainframe? Si es así, ¿están todos los usuarios conectados? Si están conectados, ¿lo hacen a través de una computadora personal con emulación de terminal o están utilizando terminales tontas? El software de aplicaciones que la organización posee actualmente también debe ser inventariada. Un conocimiento completo de lo que tiene o no tiene la empresa es un punto muy importante, y hace posible hacer más precisa la evaluación de lo que la organización realmente necesita. Esto ayudará a realizar una estimación de costos más precisa.

Las personas afectadas por la implementación de una red de área local también deben estar identificadas. El nivel de habilidades y las actitudes hacia las computadoras y los programas de aplicación que debieran conocer. Esto es necesario para determinar la cantidad de entrenamiento requerido, para identificar quiénes apoyaran la red, para decidir si serán necesarios programadores adicionales, y para propósitos de relaciones públicas para asegurar una implementación rápida.

Las limitaciones de la organización pueden ser tomadas de muchas maneras, incluyendo los recursos financieros que son, generalmente, de las principales limitaciones. Durante la fase de investigación, un presupuesto para la red de área local debe ser establecido. Otras limitaciones mayores es la carencia de personal dedicados a la tarea de mantener y manejar la LAN. Cuando otras limitaciones son encontradas, tales como inconvenientes en la instalación del cableado, también deben ser documentadas.

#### **E. Paso 5. Escribir el reporte.**

Al completar la investigación inicial, una serie de información y hechos habrán sido recopilados. Esta información debe ahora ser organizada y completamente documentada. Esta documentación puede entonces ser utilizada para la siguiente fase: el estudio de factibilidad.

##### **4.1.2 Estudio de factibilidad**

Toda la información de la investigación y análisis, que ha sido recolectada, puede ser aplicada para comprobar la viabilidad, necesidad o factibilidad de instalar una red de área local. Cumplirá la LAN los requerimientos identificados por la investigación y el análisis? El estudio de factibilidad debería responder esa pregunta.

## **A. Costos y beneficios**

El estudio de factibilidad debe estimar los costos actuales de implementar una red de área local. También debería mostrar, en moneda nacional, los beneficios ganados de la LAN para justificar los costos. Eso podría ser útil para usar tablas de tiempos mostrando cómo los costos han sido recuperados, incluyendo programas de amortización.

### **4.1.3 Reporte de la fase de estudio**

La reporte del estudio de factibilidad está redactado utilizando la información reunida durante el proceso de investigación. Este reporte debería definir todos los detalles asociados que fueron descubiertos durante la investigación y el resultado del estudio de factibilidad. Todo esto es utilizado para evaluar las capacidades necesitadas y las posibilidades ofrecidas por una red de área local. Si cualquier información específica de una LAN no ha sido reunida durante el estudio de factibilidad, el analista debe obtener dicha información. Finalmente, el reporte debería ofrecer una recomendación.

Por supuesto, puede haber una cantidad de factores imprevistos que pueden ser encontrado cuando se realiza el estudio para determinar la factibilidad de instalar una LAN. Puede necesitarse mayor investigación y análisis del que originalmente se había planeado. No solamente deben identificarse las necesidades y problemas de la organización, además, el analista debe conocer cómo operan las redes de área local y si una LAN puede llegar a ser beneficiosa.

Más de un analista pueden estar involucrados en esta primera fase. Un analista puede determinar o identificar todos los problemas, procedimientos actuales, limitaciones y recursos. Entonces un segundo analista que sea muy experimentado en tecnologías de LAN y aplicaciones, puede escribir la recomendación utilizando la información obtenida por el primer analista. Uno debe conocer lo que puede hacer o no hacer una LAN, antes de escribir cualquier recomendación. Esto es muy importante para cualquier estudio de factibilidad de LAN satisfactorio, o cualquier otra fase subsecuente de la implementación de una LAN. Sin suficiente conocimiento y experiencia, es imposible hacer una recomendación satisfactoria y guiar a otras en la implementación de redes de área local a través de su ciclo de vida.

Hay que tener especial cuidado en quien desarrolla el estudio de factibilidad. Si los vendedores desarrollan este estudio, pueden inclinar o predisponer la información de tal forma que la recomendación parezca favorable para la instalación de una red de área local. Es importante conocer en cualquier momento quién esta desarrollando qué parte del estudio, y qué intereses pudiera tener en la elaboración del documento.

El reporte de la fase de estudio es generalmente presentado en una reunión en donde el proyecto de conectar a las personas en una LAN puede generar revisiones en los reportes y discutir sus objetivos.

Tres acciones pueden resultar de esta reunión: 1) El proyecto es pospuesto o rechazado. Si es este el caso, toda la investigación y análisis para inmediatamente. 2) Si se decide que es necesario más información antes de tomar una decisión final, esta información debe ser recolectada. Esto resulta en mayor investigación y análisis. 3) El comité de revisión respalda la recomendación y el ciclo de vida de la red pasa a la siguiente fase.

### **4.1.4 Instalar o no instalar?**

En muchos casos, hay razones específicas que hacen que una organización investigue la factibilidad de instalar una LAN.

Debe ponerse mucha atención a razones subyacentes y esto causa que se impulse la investigación y análisis inicial. La estructura de procesamiento de información entera debería ser traída desde un nivel básico. Primero, identificando los problemas actuales y necesidades que no han sido encontradas, y luego identificar las necesidades futuras que deben ser dirigidas por el crecimiento de la empresa. En segundo lugar, considerar si la LAN llena todas las necesidades del presente, y si será capaz de crecer para acomodar las necesidades futuras.

Utilizando esta premisa básica, existen algunas razones fácilmente identificables para iniciar un estudio de factibilidad, que incluye:

- Mayor Eficiencia
- Mejor Control

- Mayor productividad
- Mejor servicio
- Reducción de costos

Entendiendo por qué fue iniciado el estudio del sistema, el analista estará en mejores condiciones de definir las necesidades de la investigación y el análisis. Conociendo estas necesidades se, hace más fácil enfocar los elementos que pudieran estar descuidados y pudieran, con su ausencia, afectar el estudio de factibilidad. Algunos elementos pudieran ser descuidados en el estudio de factibilidad; con esto pudieran provenir problemas adicionales cuando el sistema sea implementado.

#### **A. Mayor eficiencia**

Obtener una operación más eficiente podría ser la mayor razón para iniciar con un estudio del sistema. El analista debe observar cada aspecto de la organización en orden para mejorar su eficiencia, lo cual requiere una investigación y análisis substancial. Todos los sistemas actuales, todos los procedimientos actualmente utilizados y todos los planes de expansión deben ser examinados. Un catalizador particular que crea ineficiencia y fortalece la necesidad de una red de área local es el crecimiento de las organizaciones. Implementar una LAN puede ser una forma de utilizar equipo anticuado, que no esté en uso. Las organizaciones probablemente tienen algunas microcomputadoras y periféricos que pudieran ser incorporados a la red.

Anteriormente, en las grandes organizaciones, cuando un departamento se expandía, una minicomputadora o un mainframe parecía ser la única solución viable. Desafortunadamente, un mainframe centralizado no siempre puede proveer a los usuarios finales la información precisa y en tiempo. Hoy en día, las redes de área local son consideradas como la solución alternativa.

#### **B. Mayor control**

Actualmente existe una tendencia entre las organizaciones a favor de los departamentos individuales para tomar el control del procesamiento de sus grupos. Los gerentes prefieren esto a tener a todos almacenados en un único y centralizado sistema de información basado en computadoras. Localizar las capacidades de procesamiento de información les brinda a los gerentes, más seguridad y más control sobre sus departamentos.

Cuando una computadora departamental fue la alternativa para sistemas centralizados, el desarrollo de sofisticadas computadoras personales con mayores capacidades de procesamiento han tomado sus lugares. Esto es especialmente cierto cuando los datos son proporcionados por una red de área local. Hoy en día los departamentos están instalando redes de área local en lugar de minicomputadoras.

#### **C. Mayor productividad**

Un objetivo principal de cualquier gerente es incrementar la productividad de su personal. Una herramienta que ha probado su habilidad para mejorar el tiempo de eficiencia es la computadora. Sin embargo, aun en el ambiente de negocios de hoy, la información disponible de computadoras centralizadas no siempre proveen datos cuando son necesitados. De nuevo, si el grupo de trabajo es grande o pequeño, los gerentes están volviendo al procesamiento departamental. Las redes de área local es constituyen una forma de asistir en el crecimiento de la productividad departamental.

#### **D. Reducción de costos**

Una red de área local puede garantizar la reducción de costos por sí sola. Generalmente, es más barato implementar una red de área local que instalar una minicomputadora o un pequeño mainframe.

Las microcomputadoras han reducido enormemente el costo de procesamiento de información. Las compañías pequeñas ya no tienen que confiar en hardware de MIS caros o procesamiento de datos externo. Ellos pueden ahora realizar el mismo procesamiento de datos "en casa" utilizando microcomputadoras.

Cuando las condiciones son las correctas, los usuarios de las compañías usan sus microcomputadoras existentes para formar una red de área local, lo que incrementa el poder de procesamiento de datos. Así, los equipos existentes son capaces del ser reciclados dentro de una red de área local.



## E. Mejor servicio

Muchas compañías, y aún los departamentos dentro de grandes organizaciones, confían en sus proveedores de bases de datos por su existencia. En los negocios de servicio, por ejemplo, para ser competitiva, una compañía debe incrementar el tipo y calidad de servicio, y computarizar el procesamiento de datos es a menudo la clave.

Las redes de área local pueden proveer los requerimientos de información de procesamiento que la compañía necesita para mejorar el servicio a sus clientes. Por ejemplo, en una oficina de un médico, que generalmente se mantiene ocupado, la información de diferentes pacientes puede ser accesada desde varias terminales por muchas enfermeras, y así disminuye el tiempo que un paciente debe esperar.

Debe quedar claro que un red de área local no es la única solución disponible para resolver los problemas de procesamiento de información. Sin embargo, ellas ofrecen una solución oportuna y apropiada en muchos, pero no en todos los casos. Si una LAN es la solución apropiada para el ambiente de trabajo, dependerá de qué se descubra durante la fase de estudio del ciclo de vida del sistema.

## 4.2 Fase de selección y diseño

Iniciar la fase de diseño de la LAN implica que las recomendaciones presentadas en el estudio de factibilidad fueron aprobadas, y que los beneficios ganados por la implementación de una red de área local, garantizarán los gastos en que se incurran.

La fase de diseño comienza con el proceso de crear una copia detallada del sistema. Mucha de la información recolectada durante la fase de estudio también puede ser utilizada en la fase de diseño, pero será requerido un mayor grado de detalle. Lo primero es que el sistema debe estar diseñado para que esté dentro de las limitaciones presupuestarias. El sistema debe también satisfacer los requerimientos identificados en la fase de estudio.

La siguiente lista muestra algunos de los puntos más importantes que deben ser tomados en cuenta durante la fase de diseño (ver figura 4.2).

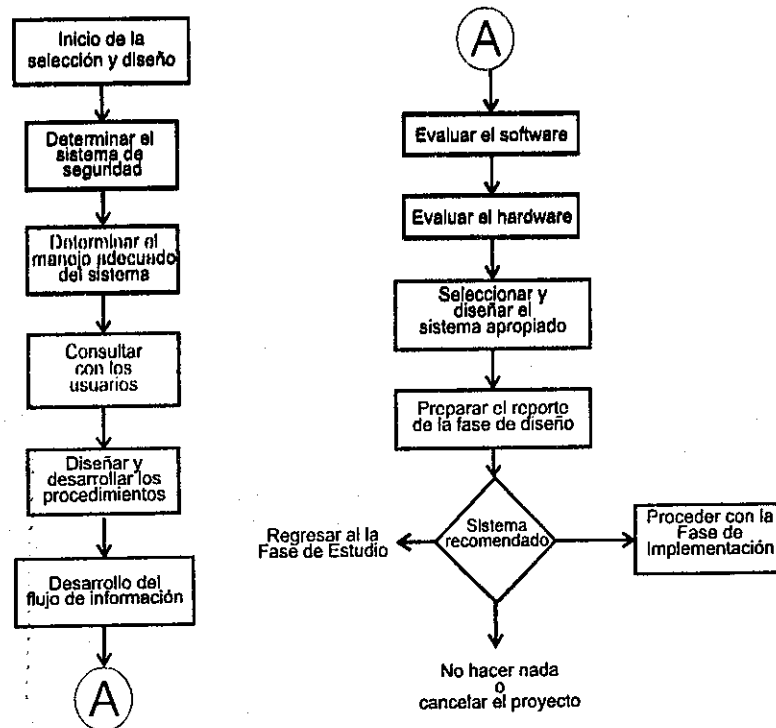


Figura 4-2 Elementos importantes que deben ser tomados en cuenta durante la fase de diseño.

- Consultar con los usuarios
- Desarrollar una gráfica mostrando el flujo de información
- Seleccionar la mejor topología
- Seleccionar el medio de transmisión apropiado
- Evaluar el software disponible
- Evaluar el hardware disponible
- Determinar el grado de seguridad requerido en el sistema
- Determinar el manejo apropiado del sistema
- Seleccionar y diseñar el sistema más apropiado
- Preparar el reporte de la fase de diseño

#### **4.2.1 Seguridad del sistema**

Muchas veces, cuando un sistema de información basado en computadoras es desarrollado, y éste consiste únicamente de computadoras personales, el aspecto de seguridad no es tomado muy en serio. Los puntos de vista de esa predisposición se encuentra en que las PCs no son equipos serios de procesamiento de datos y, por lo tanto, la seguridad no es importante.

Una PC puede contener datos que son tan confidenciales como los que se encuentran en un mainframe. Una vez las PCs están interconectadas, el punto de seguridad se toma importante, y la seguridad de las redes de área local es un aspecto que debe tomarse muy seriamente. La elección de los componentes del sistema y el diseño del sistema deberían reflejar el grado de seguridad requerido. Después de todo, el destino de una organización puede estar determinado por la seguridad de la información. Un gran daño puede darse en las organizaciones en donde la información no es segura y puede ser accesada por cualquier persona. La disponibilidad del sistema debe ser monitoreada cuidadosamente.

La seguridad de una red de área local es tanta como la que se necesita en una minicomputadora o un mainframe. Las redes pueden almacenar información confidencial, la cual necesita protección. Como un mainframe o una minicomputadora, el grado de accesibilidad dado para cada usuario de la LAN debe ser determinado.

Otro punto único en la seguridad de una LAN es la accesibilidad del hardware actual de la red. ¿Es seguro el servidor de archivos? ¿Podría alguien fácilmente sabotear o eliminar un servidor de archivos? ¿Podría alguien fácilmente conectarse al cableado? Proveyendo del acceso al hardware se compromete la seguridad.

La pregunta de la seguridad también dirige la seguridad de los datos y las aplicaciones. Está abierta la red de área local a un virus o cualquier otro programa que pueda dañar los datos o las aplicaciones en la LAN? Están los datos seguros? Puede ser la información accidentalmente borrada, o reescrita? ¿Existe un plan de recuperación de desastres? Deben realizarse copias de seguridad de las unidades de almacenamiento del servidor de archivos (o back up) en unidades de cinta u otros medios, pero las copias de seguridad no ofrecen beneficios en caso de incendio. Una copia de los datos debiera ser guardada en lugares alejados y seguros. Existen otros aspectos de seguridad que se deben considerar, pero el mejor método efectivamente seguro es a través de un apropiado manejo de la red.

Es evidentemente claro que el estudio de seguridad debiera realizarse. El nivel y grado de seguridad requerido por una red debe estar definido. Una vez definido, este debe ser incorporado en el diseño del sistema.

#### **4.2.2 Manejo adecuado del sistema**

El manejo del sistema puede ser dividido en dos categorías:

- Procedimientos y políticas
- Mantenimiento

## **A. Procedimientos y políticas**

Algunas políticas administrativas y procedimientos de una pequeña red de área local se mencionaron en el área de seguridad de las redes, tal como asegurarse de que los servidores y otros dispositivos sean inaccesibles, previniéndolos de virus, creando copias de seguridad y teniendo un plan para recuperación de desastres.

Otros procedimientos deben estar establecidos para asegurar una operación fluida y eficiente de la red. Las siguientes son algunas áreas de procedimientos estratégicos que debieran considerarse, pero no significa que todos los procedimientos y políticas que se mencionan, tengan que ser implementados. Aunque algunos de los siguientes puntos no son relevantes en la configuración de una red, se considera que pueden ser de interés para el lector, que se encuentre en el proceso de diseño de la misma.

**Esquemas de password.** Los esquemas de password de usuarios son un aspecto importante de seguridad. Un procedimiento necesita ser desarrollado para crear usuarios con password únicos y registrarlos en un lugar seguro en los casos en que el acceso es requerido en una emergencia. Los procedimientos deberían también ser creados para cambiar passwords en intervalos regulares de tiempo, y quitar passwords de usuarios que no continúen con acceso autorizado a la LAN, tal como los empleados retirados.

**Almacenamiento de datos.** Las copias de seguridad de los datos es una parte decisiva en el mantenimiento de una LAN. Un procedimiento debe ser establecido para definir cuándo deben ser realizadas las copias de seguridad o backup (generalmente en la noche cuando los usuarios han dejado el sistema), cuán frecuentemente deben realizarse y cómo las cintas deben ser rotadas y almacenadas.

**Entrenamiento de los usuarios.** Un procedimiento para entrenar a los nuevos usuarios debe ser establecido. El entrenamiento puede ser llevado a cabo por el personal de administración de la red, los jefes de departamento o los miembros de personal específico en entrenamiento de la red. Los manuales de usuarios explican cómo funciona el ambiente de la red instalada, lo que puede ser de gran ayuda para evitar llamadas innecesarias de los usuarios.

**Políticas para los programas de aplicación.** Es necesario establecer un procedimiento para crear los archivos batch y de soporte para los nuevos usuarios. Además, los derechos de acceso a diferentes bases de datos de la red tienen que ser considerados. Esta particularidad es verdadera cuando los datos depositados en redes de área local deben mantener su confidencialidad, como podría ser el caso de los registros de la nómina. Las políticas para asignar los derechos a las aplicaciones necesitan ser decididas. Esto podría incluir la asignación de derechos de lectura y escritura a algunos jefes y gerentes mientras que se le asignan derechos sólo de lectura o escritura a otros usuarios. Existen otras políticas orientadas a las aplicaciones que pueden ser consideradas, pero pueden variar dependiendo del ambiente de red que se tenga.

**Registros de la red y diarios.** Toda la información acerca de la instalación de la red debería ser registrada. Aun si existe una solo administrador de la red, que posiblemente no puede recordar las opciones de configuración individuales. Y si hay más de una persona administrando la red, este problema es mayor. Teniendo un libro maestro o archivos de la información de la red puede llegar a ser de gran ayuda al momento de los mantenimientos. Estos registros deberían contener detalles acerca de las configuraciones de hardware y software de la red, y los tipos de equipos y conexiones utilizadas. Los registros deberían almacenar los números de serie o partes y garantías en caso de que los equipos necesiten ser reemplazados o mejorados.

**Asignando nuevos usuarios.** Deben existir procedimientos para la adición de nuevos usuarios al sistema. Esto incluye los archivos y aplicaciones a los cuales el nuevo usuario debiera tener acceso, y asignarle una casilla para correo electrónico, entrenamiento, etc.

**Eliminando usuarios antiguos.** Cuando los usuarios son eliminados del sistema, un procedimiento debiera ser utilizado para borrar su cuenta, casilla de correo y almacenar los archivos importantes, y eliminar los innecesarios.

**Instalando software.** Cuando un nuevo software sea agregado a la red, tiene que ser instalado sobre los discos duros desde donde los usuarios puedan tener acceso. Debe cerciorarse de que hay suficiente capacidad en el disco duro, además, de que las impresoras y dispositivos disponibles soportan la aplicación, tal como una impresora láser para un nuevo procesador de palabras. Por otro lado, los usuarios deben ser notificados y entrenados en la utilización del software.

**Planificando el crecimiento de la red.** Al diseñar la red, las áreas de crecimiento deberían ser identificadas y la red configurada de acuerdo a estas especificaciones. Por ejemplo, si el personal de ventas de la organización espera duplicarse para el siguiente año y cada empleado requiere de una estación de trabajo, los procedimientos debieran estar establecidos de tal forma que puedan ser acomodados tales crecimientos. Adicionalmente, el hardware y el software asociado con esas áreas de crecimiento deberían ser capaces de manejarlo.

**Imprimiendo en la red.** En la configuración de la red, las impresoras deben estar estratégicamente localizadas para acomodarse a aquellos usuarios que más necesitan servicios de impresión. Por ejemplo, los departamentos que generan grandes cantidades de correspondencia deberían compartir una impresora láser, pero otros usuarios que necesitan accesos ocasionales no necesariamente deben tener una impresora en común.

**Monitoreo de la red.** Un procedimiento para monitorear el rendimiento de la red, puede ayudar a prevenir problemas antes de que ellos comiencen. Esto puede hacerse utilizando hardware sofisticado de manejo de redes, tal como un analizador de protocolos, utilizando software de administración de redes, o ejecutando pruebas periódicas de rendimiento en varios puntos de la red.

## **B. Mantenimiento**

Las políticas y procedimientos para el mantenimiento y el manejo diario de las redes de área local deben ser establecidos.

**Mantenimiento del hardware del sistema.** Una vez el hardware es instalado, hay algunos procedimientos que se deben seguir para asegurarse de que continúe funcionando adecuadamente. El hardware debería ser probado periódicamente para asegurarse de que está funcionando de acuerdo con las especificaciones o por lo menos cerca de ellas. El software de diagnóstico está disponible y provee referencias para comparar los rendimientos. Algo sí es cierto, si el hardware falla deberá ser reparado o reemplazado; dicho software de diagnóstico y dispositivos para localizar averías pueden ser utilizadas para aislar el problema y determinar qué componente de hardware necesita ser reemplazado.

Las actualizaciones deberían también ser consideradas como parte del proceso de mantenimiento del hardware. Por ejemplo, si la cantidad de datos de la red ha crecido a manera de saturar la capacidad del disco duro del servidor, un disco de mayor capacidad deberá ser instalado. Si por otro lado, hay demasiada información almacenada en la red de tal forma que no pueden obtenerse copias de seguridad en un tiempo razonable, podría ser tiempo de actualizar las unidades de backup (copias de seguridad) a otras de mayor velocidad y capacidad.

No hay problema con el tipo de mantenimiento de hardware que se necesite; lo importante es mantener un registro escrito de todas las reparaciones de hardware y actualizaciones llevadas a cabo. Mantener dichos registros de todos los cambios en la red, incluyendo los números de serie, diagramas de configuración de hardware, cantidad de equipo, ubicación, etc.

### **Mantenimiento del software del sistema.**

Una vez instalado el software de aplicación, éste requerirá de mínimo mantenimiento, en el caso de que lo necesite. Sin embargo, podría necesitarse en los casos de actualizaciones de versiones. Esto significa que debe mantenerse un registro de todos los paquetes de software instalados en la red que incluyen números de versiones de las aplicaciones y los números de serie.

Las actualizaciones de ciertas aplicaciones son provistas de forma gratuita por los proveedores (en caso de versiones originales); es importante mantener los recibos para verificar las fechas de compra y otra información.

Parte del mantenimiento del software es proveer de aplicaciones a los usuarios que así lo necesiten. Esto significa que debe configurarse el sistema, escribir programas batch y modificar los accesos a los

programas para acomodar las necesidades de los departamentos y usuarios. Esto también implica el cambio de la configuración de los nuevos usuarios. Sin embargo, debe tenerse cuidado cuando se modifica la configuración del software. Al modificar un programa para acomodarse a las necesidades de un usuario o departamento, no debiera afectarse, en ningún momento, la configuración actual de todos los demás usuarios de la red.

Un aspecto importante del mantenimiento del software, que a menudo es descuidado, es mantener archivadas copias de seguridad del software, así como también los datos que la aplicación soporta. Si el servidor de archivos eventualmente fallara, deberían poder restaurarse todos los programas de aplicación y archivos de configuración, sin ningún problema.

Debe tenerse presente llevar un registro escrito describiendo los aspectos de la configuración del software, incluyendo directorios y estructuras de archivos, volúmenes, etc.

#### **4.2.3 Consultar a los usuarios.**

En este punto de la fase de diseño, es el momento de categorizar y priorizar los requerimientos del usuario. En el pasado, fue una práctica normal implementar la red sin consultar a los usuarios. Sin embargo, al no hacerlo, la LAN probablemente era implementada perfectamente desde el punto de vista técnico pero fallando desde el punto de vista de las necesidades del usuario. Si las necesidades de los usuarios no son encontradas, no importa cuánto dinero y tecnología fueron puestos en la LAN; probablemente ésta no llenará las expectativas del usuario. Por lo tanto, nunca debe dejarse fuera del ciclo de vida del sistema de red a los usuarios, y asegurarse de documentar la información tal como es.

El contacto con los usuarios hace fácil la selección de los elementos correctos y permite crear un diseño que puede crecer con las necesidades de la organización. Al estar en contacto con los usuarios, sus temores pueden ser reducidos. La actitud de la mayoría de los usuarios que utilizarán el sistema se transforma favorablemente cuando ellos se dan cuenta de que lo que dijeron y sintieron se tomó en cuenta, y así los usuarios se vuelven más inteligentes en cuanto a la LAN y tienden a ofrecer más información consistente acerca de las necesidades de hoy y del futuro.

Lo que los usuarios necesiten en el futuro es de suma importancia. La red no debe estar diseñada para encontrar únicamente los requerimientos actuales de las organizaciones. El precio por este tipo de pensamientos tendrá que pagarse tarde o temprano, y puede ser muy costoso.

Por lo expuesto anteriormente, debe consultarse y escuchar a los usuarios, e intentar eliminar sus temores. Frecuentemente, una fase de los temores son actitudes negativas. Debe transmitirse un genuino sentimiento de que las LAN no los desplazará de sus trabajos, sino les ayudará a realizarlo mejor y en forma más fácil.

#### **4.2.4 Desarrollo de los procedimientos de diseño.**

Cuando un nuevo sistema es introducido en una organización, los métodos usados por esta pueden ser modificados o eliminados. Muchas veces los nuevos procedimientos necesitan ser desarrollados para complementar la operación correcta de la red. Se debe estar preparado para modificar los procedimientos o métodos usados para llevar a cabo las tareas afectadas por la red. Al crear una nueva LAN, es importante ser capaz de diseñar nuevos métodos de operación para la organización, y justificar esos nuevos métodos.

#### **4.2.5 Desarrollar el flujo de información.**

Desde la fase de estudio, la información fue recolectada en la organización a una gran escala. Parte de esta información viene de los antecedentes de la organización. Sin embargo, cuando se diseña una red de área local, no sólo los procedimientos pueden cambiar, sino también las funciones de la organización. El flujo de la información también cambia.

Como un ejemplo, si el capataz del almacén no ha recibido reportes diarios, le costará más realizar sus tareas. Esto fue identificado como un problema durante la fase de estudio. Las redes de área local solucionan esa situación particular, de tal forma que actualmente el flujo de información es otro.

Este es sólo un ejemplo. Al diseñar una red, podría ser necesario cambiar dramáticamente el flujo de información, aunque el flujo de información no necesariamente tiene que ser modificado del todo. El diseño de la red debería acomodar el cambio en el flujo de la información cuando se soluciona un

problema. La idea es no cambiar lo que ya existe, solamente por cambiarlo. El flujo de datos y el diseño debe servir para propósitos específicos.

#### **4.2.6 Seleccionando la mejor topología.**

Seleccionar la topología para la red es un punto extremadamente importante, y que no debe ser descuidado en el proceso de diseño. En muchos casos, la selección del método del medio de acceso, por ejemplo Ethernet o token ring, determina la topología, sin embargo, este no es siempre el caso. Las redes con topología de bus lineal, principalmente Ethernet y ocasionalmente ARCnet, trabajan bien en ambientes de laboratorios y escuelas, cuando las máquinas están colocadas unas junto a las otras. Una topología distribuida de estrella, tal como las utilizadas por ARCnet y los estándares 10-BASE-T, son una excelente elección desde que ellos se prestan fácilmente para arreglarlas y expandirlas. Si una topología token ring es seleccionada; la topología puede solamente ser distribuida como una estrella. Token ring son internamente un anillo, aunque externamente parecen como una estrella distribuida.

#### **4.2.7 Seleccionar el apropiado medio de transmisión.**

Hay un poco más flexibilidad al escoger un medio de transmisión. El cable coaxial tiene una increíble y gran base instalada y actualmente sigue siendo muy utilizada, aunque muchas redes están utilizando las ventajas del cableado estructurado con cable par trenzado. El par trenzado es un medio de transmisión mucho más versátil y barato, y es capaz de transmitir grandes cantidades de información.

En muchos casos, la opción es utilizar cableado con o sin blindaje. El cable con blindaje se acomoda para instalaciones de distancias grandes de cableado y logra fácilmente grandes tasas de transmisión, aunque es más costoso.

El cable de fibra óptica es otra opción, y está disponible para muchas redes. Los usuarios de este medio caro de transmisión generalmente requieren un alto nivel de seguridad y/o necesitan cubrir largas distancias con un gran ancho de banda. Muchas redes consisten de cable de fibra óptica para distancias largas y verticales, mientras que el par trenzado para closets de distribución. En redes Ethernet, el coaxial grueso puede ser utilizado para distancias largas y verticales.

#### **4.2.8 Evaluando el software.**

Es responsabilidad del desarrollador de la red, evaluar los diferentes paquetes de software disponibles y seleccionar aquellos que estén más cerca de cubrir los requerimientos de los usuarios. Las necesidades de los usuarios del software de aplicación fueron determinados en la fase de estudio. Ahora, debe ser identificado el software correcto que concuerde con esas necesidades.

Hay muchas consideraciones que deben mantenerse en mente cuando se evalúa el software. Por ejemplo, ¿en cuánto se cumple con las necesidades del usuario? ¿El software es fácil de utilizar? Debe recordarse que si no satisface las necesidades de los usuarios, entonces no importa cuán amistoso o cuanta ayuda presente, si es una elección errónea.

Si la seguridad es un punto importante, entonces los paquetes de software deben encontrar los requerimientos de seguridad de la organización. Sin embargo, el diseño de la red puede estar compensado por la seguridad no ofrecida por los paquetes de software.

Los requerimientos de hardware deben ser considerados. Por ejemplo la pregunta: ¿es el hardware de la red lo suficientemente poderoso o apropiado para el software que está siendo considerado? es la que debería ser formulada.

El mantenimiento del software y la documentación del mismo es importante. ¿Si son encontrados problemas ocasionados por el software, esta el distribuidor en capacidad de resolver estos problemas? Es el software muy caro? ¿Las actualizaciones del software son muy caras? ¿La documentación proporcionada es lo suficientemente clara y sucinta para hacer fácil el aprendizaje del software? ¿Es necesario un entrenamiento para aprender el software? Si es así entonces, ¿cuánto cuesta ese entrenamiento? ¿Es compatible el software con la red instalada?

Una vez todos estos factores han sido tomados en cuenta, una recomendación autoritaria puede ser hecha para los paquetes de software correctos que favorecerán a los requerimientos de los usuarios, incluyendo en este caso al sistema operativo de red.

#### **4.2.9 Evaluando el Hardware.**

El hardware que comprende la red de área local debe también ser evaluada. Después de todo, el hardware seleccionado debe soportar el software que fue recomendado. Deben considerarse los contratos de mantenimiento de hardware. ¿Es capaz el distribuidor proporcionar soporte técnico? ¿El vendedor garantiza el hardware por un período de tiempo? ¿Debería ser firmado el contrato de servicio de mantenimiento?

El hardware seleccionado también debería cumplir con los estándares de la industria. Si un equipo que es usado no es bien conocido o bien aceptado en la industria de la computación, la organización podría tener problemas cuando se presenten fallas en él. La documentación del hardware debería ser adecuada. ¿Hay necesidad de entrenamiento para operar el equipo? Si es así, ¿dicho entrenamiento está disponible de inmediato por parte del vendedor o distribuidor?

Finalmente, el precio del hardware no debería ser descuidado. No siempre se obtiene lo que se paga. Muchas veces las organizaciones han pagado más dinero por el hardware que han comprado, sin embargo, tratar de economizar en la compra de hardware cuando se instala o mejora una red no es recomendable; ciertamente hay que invertir en las plataformas de hardware que sean lo suficientemente flexibles para satisfacer las necesidades de la organización y que pueda manejar los requerimientos futuros, ya que la red evidentemente crecerá.

#### **4.2.10 Creando la red de área local más apropiada.**

Crear la red de área local más apropiada para la organización requiere toda la información reunida en la fase de estudio y presentada, en el reporte de factibilidad. Además, la información en la evaluación del hardware y software ayudara en el proceso de diseño.

El problema identificado durante la fase de estudio debería ser reiniciado. Entonces un sistema puede ser diseñado de tal forma que cubra y corrija cada problema listado. Por otro lado, el sistema debe satisfacer los requerimientos encontrados en las evaluaciones del hardware y el software.

Es también importante ser capaz de hacer alteraciones al diseño, y estar en la capacidad de considerar los métodos y productos alternativos.

#### **4.2.11 Preparar el reporte de la fase de diseño.**

Una vez el sistema ha sido diseñado, el diseño debería ser presentado en un reporte de la fase de diseño. Este reporte es revisado por el comité involucrado en este proyecto. Si el diseño es aceptable, entonces las siguientes fases la implementación y operación pueden ser iniciadas. Si el diseño no es conveniente, entonces otro diseño que satisfaga las objeciones proporcionadas por el comité debe ser elaborado.

---

## CAPÍTULO 5

### NETFIGURADOR: El sistema experto en configuración de redes de área local

---

#### 5.1 Introducción

NetFigurador es un sistema experto diseñado para asistir al profesional de sistemas en la configuración de redes de área local, sin embargo, cualquier persona con conocimientos intermedios de computación puede utilizarlo y obtener buenos resultados. El NetFigurador es un sistema experto diferente, ya que permite actualizar su base de conocimiento, de acuerdo con los cambios tecnológicos, sin necesidad de cambiar la estructura interna del sistema experto. Esta flexibilidad es de suma importancia, porque permite al usuario tener un sistema experto que permanece al lado del acelerado cambio tecnológico en el área de la computación y sistemas; de esa forma pueden obtenerse resultados reales en cualquier momento. Los valores "constantes" dentro de la base de conocimiento, también pueden ser alterados, de tal forma que los estándares de tamaños de discos, distancias, cantidades de elementos necesarios, etc., pueden tomar nuevos valores y lograr un afinamiento del sistema experto de acuerdo a los cambios. Otra de las diferencias de NetFigurador es que el resultado final es el producto de la búsqueda de múltiples elementos de configuración y no solamente de uno, como en la mayoría de los sistemas expertos. El resultado final es almacenado en un archivo de texto que puede ser importado desde cualquier procesador de palabras, o si el usuario así lo desea, puede enviarlo directamente a la impresora con solo seleccionar la respuesta adecuada al momento de finalizar la consulta del sistema experto. Configuración en este contexto, se refiere a la búsqueda de los elementos de hardware y software de acuerdo a las características y necesidades de compartir información y periféricos de la organización. El resultado final de NetFigurador es un conjunto de elementos necesarios para la instalación de una red de área local. NetFigurador proporciona una configuración para redes nuevas, de tal forma que una organización que posee equipo y desea integrarlo a la red, puede hacerlo siempre y cuando los equipos se acomoden a la configuración especificada.

#### 5.2 Herramienta de desarrollo

El NetFigurador fue programado en un ambiente para sistemas expertos llamado VPEXpert, que es una herramienta de desarrollo de sistemas expertos basada en reglas. VPEXpert es un sistema integrado de desarrollo que incluye el motor de inferencia, la interfaz con el desarrollador, las capacidades de desarrollar interfaces amigables de usuario y los comandos para el uso de la información. El intercambio de datos con archivos planos de bases de datos, hojas electrónicas y archivos de texto es una de las más significativas características de VPEXpert, y tales capacidades fueron utilizadas en NetFigurador con la idea de hacer un sistema experto completo. El motor de inferencia utiliza el encadenamiento hacia adelante y encadenamiento hacia atrás (forward and backward chaining) para la resolución de problemas. El ambiente para sistemas expertos VPEXpert tiene la capacidad de almacenar en un archivo de texto el conjunto de pasos que ejecuta, para que el usuario que así lo desee, verifique la secuencia completa que lo llevó hasta el resultado final, de igual forma VPEXpert permite hacer cambios de las respuestas que se proporcionaron durante la consulta, de tal forma que puede encontrarse el conjunto de soluciones según el conjunto de respuestas aportadas.

#### 5.3 Metodología

En el capítulo 4, se presentó una metodología para la configuración de redes, sin embargo, en la mayoría de los casos los expertos en un área del conocimiento tienen sus propias metodologías, utilizando muchas veces la intuición que la experiencia les da. La base del conocimiento de NetFigurador fue adquirida de la información y experiencia de dos expertos en el área de redes locales, para tal efecto se realizó una serie de reuniones en donde se evaluó el desempeño del sistema experto, se corrigieron las fallas identificadas, se actualizó la información relacionada con los cambios tecnológicos, se eliminaron las redundancias y se realizaron pruebas exhaustivas.



Las etapas de la metodología general utilizada en el desarrollo del sistema experto se describe a continuación:

- **Investigación**  
La primera etapa del desarrollo del sistema experto fue la investigación de los elementos de hardware y software que participan en la instalación de redes de área local. Utilizando esta información, se establecieron distintas condiciones de requerimientos, generalmente no comunes, y se establecieron las configuraciones para instalación de redes. La experiencia de los expertos permitió establecer un filtro de las múltiples posibilidades de instalación que se pueden presentar, en esta etapa de desarrollo del sistema se logran obtener casos reales que deben ser solucionados por el sistema experto.
- **Diagramación con estructura de árbol**  
Toda la información y conocimiento se representó en diagramas con estructura de árbol, que permitieron establecer los posibles caminos de configuración para integrar los elementos en redes de área local funcionales. Este diagrama pudo elaborarse después de varias reuniones en donde se descubrió la secuencia de pasos que siguen los expertos en el momento de configurar una red.
- **Desarrollo por módulos (áreas)**  
Se definieron módulos o áreas por cada tipo de macroelemento de configuración, por ejemplo, todos los elementos de conectividad como cableado, conectores, tarjetas de red, etc. forman parte de un único macroelemento de configuración llamado conectividad y desarrollado en un solo grupo de reglas o módulo.
  - **Prototipo**  
La técnica de prototipos es muy utilizada en la construcción de sistemas expertos. Esta técnica consiste en un ciclo de desarrollo del sistema; el ciclo se inicia con la preparación y recopilación de información, continua con la elaboración de una aplicación que cumpla con las especificaciones y requerimientos identificados, revisiones y pruebas exhaustivas de la aplicación, corrección de fallas. Estos pasos son llevados a cabo repetidas veces al lado del experto, quien supervisa el desarrollo y sugiere las modificaciones necesarias.
  - **Revisión y corrección**  
Las revisiones son muy importantes en el desarrollo del sistema experto, pues es allí donde se determina si se está cumpliendo con los objetivos y los requerimientos. Es en esta etapa en donde se identifican las fallas y las posibles soluciones, además se advierte de la necesidad de integrar nuevos elementos al sistema.
- **Producción**  
En esta etapa del desarrollo, el sistema experto está terminado y listo para producir configuraciones de redes. Aquí pueden identificarse nuevas características y requerimientos según nuevas tecnologías y pueden proyectarse cambios al sistema.

#### 5.4 Estructura de NetFigurador

La base de conocimiento del sistema experto NetFigurador está representado por medio de reglas, que es uno de los métodos más utilizados en la elaboración de sistemas expertos y la más fácil de entender. Estas reglas tienen la estructura de las sentencias condicionales *IF <condición> THEN <sentencia> ELSE <sentencia>*.

La representación del conocimiento se organizó en tres repositorios de información:

- **Reglas (el sistema experto)**  
El conjunto de reglas, que es la representación misma del conocimiento y es donde se encuentran los argumentos para inferir y proporcionar resultados
- **Constantes**  
El conjunto de valores constantes tales como tamaños de disco, espacios de aplicaciones, usuarios para una red, etc. Esta información está almacenada en una base de datos de donde es tomada por el sistema experto. Esta base de datos puede ser fácilmente modificada.
- **Elementos**  
Los elementos de configuración como servidores, estaciones de trabajo, conectores, sistemas operativos, etc. Esta información está almacenada en una base de datos de donde es tomada por el sistema experto. Esta base de datos puede ser fácilmente modificada.

Todos los elementos de configuración y los valores constantes dentro del sistema experto están identificados por códigos que hacen referencia a archivos de FoxPro®, en donde se encuentra sus descripciones y valores, los cuales son tomados para proporcionar el resultado final. Los códigos son mnemotécnicos, de tal modo que si se encuentra el código TR1, puede advertirse fácilmente que se trata de una de las diferentes configuraciones de tarjetas de red. Este es un factor importante, ya que dentro de las reglas del sistema experto, toda la información está representada por medio de estos códigos, de tal forma que es necesario conocer cómo está representada la información para poder realizar modificaciones en la base del conocimiento.

La estructura del archivo de **constantes** es como se muestra a continuación:

Campo	Tipo	Tamaño
Código	Caracter	3
NConstante	Caracter	20
Nombre	Caracter	120
Valor	Numérico	4

Tabla 5-1 Estructura del archivo de constantes.

*Código* es una identificación alfanumérica única para cada una de las constantes. *NConstante* contiene el nombre de la variable dentro del sistema experto a la que va hacer referencia el sistema. Descripción que contiene la información necesaria para que el usuario conozca el valor al que se refiere la constante y pueda hacer las modificaciones que se hagan necesarias. El campo *Valor* contiene el valor de la constante que será utilizado dentro del sistema experto.

La estructura del archivo de **elementos** es como se muestra a continuación:

Campo	Tipo	Tamaño
Código	Caracter	3
Elemento	Caracter	20
Descripción	Caracter	120

Tabla 5-2 Estructura del archivo de elementos de configuración.

*Código* es una identificación alfanumérica única para cada uno de los elementos. *Nombre* representa al nombre genérico del elemento, por ejemplo, existen tres tipos de tarjetas y el genérico de ellas es tarjeta

de red. Descripción contiene las especificaciones de los elementos; esta descripción es utilizada en los resultados finales del sistema experto.

Los valores constantes y los elementos guardan íntima relación, de tal forma que debe ponerse especial atención al realizar modificaciones dentro de estos archivos. Una constante generalmente es utilizada dentro del sistema experto para tomar una o varias decisiones, y esta decisión involucra uno o más elementos de configuración los que son tomados del archivo de elementos. Si se desea hacer un cambio en uno de los dos archivos deben verificarse los elementos o constantes que estén relacionados; de esta forma se mantendrá la consistencia de la información dentro del sistema experto.

Las categorías de los elementos se detallan a continuación:

Elemento	Valores utilizados
Sistema Operativo	<ul style="list-style-type: none"><li>• DOS</li><li>• WINDOWS</li><li>• OS/2</li></ul>
Tipos de información	<ul style="list-style-type: none"><li>• AUTOMATIZACIÓN DE OFICINAS</li><li>• BASES DE DATOS</li><li>• GRÁFICAS</li></ul>
Tamaños	<ul style="list-style-type: none"><li>• GRANDE</li><li>• MEDIANO</li><li>• PEQUEÑO</li></ul>
Utilización de Recursos	<ul style="list-style-type: none"><li>• ALTA</li><li>• MEDIANA</li><li>• BAJA</li></ul>

Tabla 5-3 Algunas de las categorías de los elementos del sistema experto.

### 5.5 ¿Cómo ejecutar VPEXPERT para utilizar NetFigurador ?

VPEXPERT es una herramienta desarrollada para ejecutarse en ambientes DOS. Para ejecutarlo, debe hacerlo desde el indicador del computador personal (prompt) simplemente escribiendo la palabra VPX y oprimiendo la tecla de entrada. Si trabaja en otro ambiente, utilice las interfaces DOS que proveen estos sistemas operativos. OS/2 Windows 95 proveen estas facilidades. El programa VPX.EXE puede recibir, al momento de ejecutarlo, el nombre del sistema experto como parámetro, NETF.KBS, en este caso, así: VPX NETF.

Lo que resta es responder toda la información que es solicitada. El resultado final es enviado a un archivo de texto llamado CONFIG.RED que puede ser editado o importado a un procesador de palabras.

### 5.6 Limitaciones de NetFigurador

NetFigurador es un sistema experto que proporciona soluciones para la configuración de redes pequeñas y medianas. NetFigurador considera que una red mediana puede tener entre 40 y 50 estaciones de trabajo.

NetFigurador está orientado a la configuración de redes de área local basadas en computadoras personales, sin embargo, se excluyeron las computadoras Macintosh y sus sistemas operativos para redes. Por otra parte, las redes basadas en el sistema operativo Unix, no fueron tomadas en cuenta, ya que dichas redes trabajan basándose en otro esquema.

NetFigurador tiene su estructura basada en las tecnologías de hardware y software disponibles en este momento; si se desean incluir nuevas tecnologías que se apartan de la estructura predefinida, deben hacerse modificaciones importantes en las reglas del sistema experto y no solamente en la configuración de constantes y elementos.

Los elementos fueron agrupados, en su mayoría, en uno de tres grupos, según la naturaleza de la característica del elemento. Por ejemplo, para las plataformas de sistemas operativos se tomaron los más utilizados en este momento, que son DOS, WINDOWS y OS/2. Cualquier otra plataforma está fuera de este contexto. De igual forma, fueron agrupados los tamaños de bases de datos, la utilización de recursos, los tipos de aplicaciones, etc. Estos grupos corresponden a los estándares más utilizados en este momento y a los valores que más se ajustan a las necesidades de compartir información y dispositivos.

### 5.7 ¿Cómo funciona NetFigurador?

NetFigurador es un sistema experto basado en un diagrama con estructura de árbol, en donde se relacionan los elementos para realizar inferencias y encontrar la configuración de los elementos

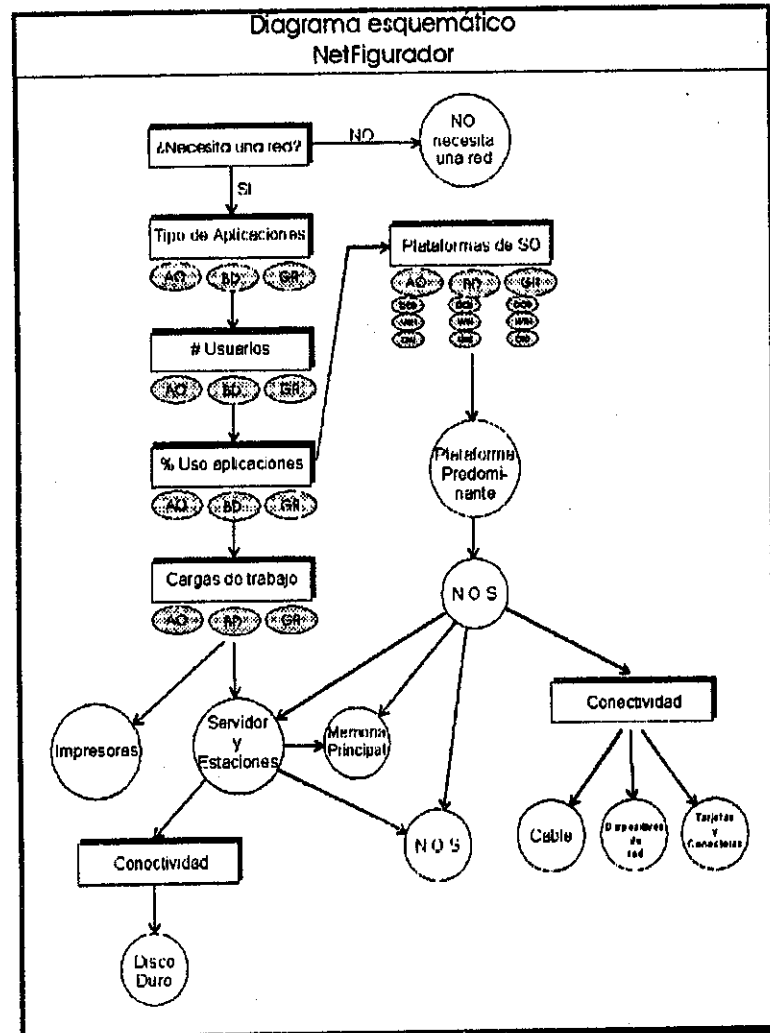


Figura 5.1 Secuencia de inferencias dentro de NetFigurador.

necesarios para la red. En todas las consultas, NetFigurador utiliza las reglas de todas las áreas dentro del sistema, y determina de esta forma la configuración exacta de la red.

Aunque NetFigurador está implementado en un solo módulo, existen áreas que están representadas por grupos de reglas definidas para hacer tareas específicas. Tales áreas son fáciles de identificar puesto que el nombre de las reglas comienza con el nombre del área a la que pertenece. Las áreas de SALIDA, REQUERIMIENTOS, SERVIDOR, IMPRESORAS, son ejemplos de lo que se menciona.

NetFigurador inicia su proceso determinando si el usuario realmente necesita la configuración de una red de área local; en caso afirmativo, procede a determinar los tipos de aplicaciones más importantes y los tipos de información utilizados o que se desean utilizar dentro de la organización. El usuario asigna la cantidad de usuarios y porcentajes de utilización de estas aplicaciones con el objeto de que NetFigurador determine cuál es la aplicación y la plataforma predominante según las características y necesidades de la organización. De acuerdo con la plataforma y la aplicación predominante, se inicia el proceso de selección del sistema operativo, y con él, la selección de servidores, estaciones de trabajo y elementos de conectividad. En cada una de estas áreas se identifican muchos factores que definen los elementos de configuración necesarios. Por ejemplo, para determinar el tamaño de disco duro del servidor de archivos, o el procesador del mismo; deben conocerse el número de usuarios, la carga de trabajo, el tamaño de bases de datos, etc. En la figura 5.1, se muestra la secuencia de inferencias dentro del sistema experto NetFigurador.

Todos los elementos dentro de las inferencias realizadas están relacionados de tal forma que la solución final, es la configuración de una red que cumple con los requerimientos especificados. El NetFigurador tiene la característica que sus soluciones son un conjunto de elementos y no un diagnóstico o un valor calculado o estático.

Para el diseño del sistema experto se tomó una serie de elementos que su conjunto representan la configuración de la una red. Estos elementos poseen una serie de características que corresponden a necesidades específicas. Por otro lado, los elementos deben estar relacionados entre sí, por lo que dichos elementos no pueden ser seleccionados de forma individual. NetFigurador realiza todas estas tareas, identifica las necesidades de la organización a la vez que relaciona los elementos necesarios para proporcionar una configuración inteligente y de acuerdo a las necesidades. Los elementos más importantes, que son la base para la configuración de redes, se mencionan a continuación.

#### **5.7.1 Requerimientos**

El NetFigurador tiene un área bien definida en donde se determinan las necesidades del usuario, y se inicia con establecer si lo que realmente necesita es una red y no únicamente dispositivos para compartir impresoras, caso que se presenta muy frecuentemente.

El usuario debe marcar una tendencia en cuanto al tipo de aplicaciones que desea manipular y en cuanto a la plataforma en la que quisiera trabajar. Por ejemplo, en una oficina de abogados, es muy seguro que utilicen en su mayoría automatización de oficinas (procesadores de palabras, hojas electrónicas), sin embargo, en una ferretería grande posiblemente necesiten manipular aplicaciones de bases de datos. Es común que una combinación de estas pueda llegar a darse. Una oficina de arquitectos posiblemente necesite en su mayoría utilizar aplicaciones gráficas, pero eventualmente necesitarán realizar un presupuesto o enviar una propuesta de proyecto por lo que también necesitan automatización de oficinas, aunque en menor proporción. El usuario de automatización de oficinas quizás prefiera utilizar Windows, pero el de bases de datos, tal vez le resulta más cómodo trabajar en ambiente DOS. NetFigurador utiliza todos estos criterios, para determinar la plataforma de sistema operativo para la red y la configuración del servidor de archivos y las estaciones de trabajo.

#### **5.7.2 Sistema operativo de red**

El sistema operativo de red es uno de los elementos más importantes, pues de él se desprenden las características del servidor de archivos, de las estaciones de trabajo y de algunos de los elementos de conectividad, ya que los sistemas operativos poseen ciertas especificaciones en cuanto a topologías, protocolos, elementos de conectividad y configuración de servidores y estaciones, en los cuales funciona; de esta cuenta, mucha información es obtenida al momento de identificar el sistema operativo de red. Para identificar el sistema operativo de red, básicamente se utiliza la información del tipo de aplicaciones, la plataforma de sistema operativo predominante y la carga de trabajo. Por ejemplo, si el tipo de información que prevalece es automatización de oficinas, la plataforma predominante es gráfica y la carga de trabajo alta; seguramente NetFigurador le sugerirá utilizar Windows NT<sup>®</sup> como sistema operativo de red.

#### **5.7.3 Servidor de archivos**

El servidor de archivos es un elemento importante, en el que se involucran otros subelementos, como por ejemplo el procesador, la RAM y el disco duro.

Estos elementos son seleccionados a partir de la tendencia del usuario, además de la carga de trabajo y cantidad de información a almacenar. El NetFigurador realiza indagaciones para determinar estos componentes. Por ejemplo, en una oficina de arquitectos, la mayor cantidad de información sería archivos de tipo gráfico, los cuales ocupan una gran cantidad de espacio; además el sistema operativo debería permitir la manipulación de aplicaciones gráficas. En este caso, el servidor de archivos debe poseer una cantidad de RAM de acuerdo al las especificaciones del sistema operativo, un disco duro relativamente grande y un procesador rápido.

#### 5.7.4 Estaciones de trabajo

Las estaciones de trabajo están muy relacionadas con el sistema operativo de red y los requerimientos de aplicaciones. Si el sistema operativo requiere estaciones de trabajo con disco duro o si la carga de trabajo es grande, el NetFigurador asigna los elementos que corresponden a dichas necesidades. Al igual que en el servidor de archivos, los subelementos más importantes son el procesador, la RAM y el disco duro en caso que sea necesario.

#### 5.7.5 Conectividad

Dentro de los elementos de conectividad se incluyen: topologías, centros de cableado, cable, conectores, etc. Estos elementos son seleccionados a partir del sistema operativo seleccionado y las distancias aproximadas que van a cubrir. La tendencia general es utilizar cableado estructurado. Los elementos son integrados en un solo elemento de conectividad que permite la instalación de la nueva red de área local.

#### 5.8 Interfaz con el usuario

La interfaz con el usuario es sencilla y muestra en un cuadro de pantalla una serie de preguntas que deben ser respondidas; existen tres tipos de respuestas que se dan dentro del sistema experto:

- Respuesta sencilla predefinida: el NetFigurador presenta en pantalla las opciones disponibles; la respuesta debe ser seleccionada con las teclas del cursor, confirmando la selección con la tecla de entrada.
- Respuesta sencilla no predefinida: este es un tipo de respuesta que NetFigurador no puede predefinir, como el nombre de la organización, o la cantidad de espacio de las aplicaciones de automatización de oficinas; en este caso, el usuario debe ingresar manualmente la información que le es solicitada.
- Respuesta múltiple predefinida: el NetFigurador tiene la característica de recibir varias respuestas a una misma pregunta, por ejemplo, los tipos de información que utiliza una organización puede ser Automatización de oficinas y Bases de datos, para poder proporcionar esta información, en el momento en que NetFigurador presente las opciones en pantalla, el usuario debe seleccionar todas las respuestas con las teclas de cursor y la tecla de entrada, para indicar que todas las opciones han sido seleccionadas, debe presionarse la tecla <FIN>.

#### 5.9 Cómo actualizar los cambios tecnológicos

Para hacer modificaciones en la base de conocimiento de NetFigurador, aunque no es necesario modificar la estructura de las reglas del sistema, si lo es entender en que momento NetFigurador está tomando una decisión, puesto que debe conocerse cual es la regla que contiene la información que necesitamos modificar. Por ejemplo en la regla:

```
RULE CONEXION_05
IF    DistMayor200 = Si AND
      Mas_200Mts = 1 AND
      Conectividad = TP1
THEN  Conectividad2 = CN4
      Conectividad2 = CB5
      Conectividad2 = TN2;
```

Cuando se tiene una topología de estrella (TP1) y existe una estación de trabajo a más de 200 metros, la variable Conectividad2 recibe varios valores, CN4, CB5 y TN2 que corresponde a un conector tipo ST para fibra óptica, Fibra óptica dúplex multimodo de 62.5 micrones y un trceiver de 10BaseFL a UTP respectivamente. En este caso la información de los códigos CN4, CB5 y TN2 son obtenidos del archivo de elementos de configuración. Si deseamos utilizar otro tipo de conector u otro tipo de fibra óptica, debemos referirnos al archivo de elementos con los códigos CN4 y CB5, y hacer la modificación respectiva.

En la regla:

```
RULE SERVIDOR_23
IF DD_SERV_OK = OK AND
  DDServidor > (C_DISCO3) AND
  DDServidor <= (C_DISCO4)
THEN Servidor = DD4
      Servidor = BU2;
```

Las constantes C\_DISCO3 y C\_DISCO4 corresponden a los rangos de 850 MB y 1.2 GB de tamaños en discos duros. Si la necesidad de disco duro del servidor está entre este rango, la variable Servidor recibe los valores DD5 y BU3 que corresponden a un disco duro de 1.2 GB y una unidad de backup de 525 MB. Es evidente que las constantes C\_DISCO\_3 y C\_DISCO\_4 tienen relación directa con el elemento DD4 y BU2 ya que las constantes representan los tamaños de discos duros y el elemento la especificación del disco duro que corresponde a este rango. La variable DDServidor representa la cantidad de espacio que NetFigurador determinó que se necesitaba en el disco duro del servidor. De esta forma, la misma regla debe ser interpretada y leída de la siguiente forma:

```
RULE SERVIDOR_23
IF DD_SERV_OK = OK AND
  EspacioNecesario > 850 AND
  EspacioNecesario <= 1200
THEN Servidor = Disco duro de 1.2 GB y
      Servidor = Unidad de backup de 525 MB;
```

Supongamos que por alguna razón el disco duro de 850 MB es discontinuado y en su lugar se tiene un disco de 1 GB, podemos hacer el cambio fácilmente corrigiendo los valores de la constante C\_DISCO\_3 por 1024 (valor expresado en MB y equivalente a 1 GB), y cambiando la descripción del elemento DD4 por Disco duro de 1 GB.

Debe tomarse en cuenta que en este caso, se está analizando una sola regla, pero ésta se relaciona con otras para representar el conocimiento completo, es decir, todos los rangos de discos duros que se encuentran en el mercado. De tal forma que cuando se hace una modificación en una regla, deben tomarse en cuenta las reglas que complementan la información.

Este esquema es utilizado en todas las reglas y las modificaciones se llevan a cabo de la misma forma; es necesario aclarar que debe conocerse la estructura completa del sistema experto para llevar a cabo los cambios.

Si se requiere agregar un elemento a una regla, deben seguirse los pasos siguientes:

- Identificar cual es el elemento a agregar
- Identificar si existe una o varias constantes que estén relacionadas con dicho elemento
- Agregar las constantes en el archivo CONSTANT.DBF, asignándole un código único
- Agregar los elementos en el archivo NETFIGUR.DBF, asignándole un código único
- Agregar una sentencia en el área de constantes, para leer el valor de la constante
- Agregar la regla utilizando los códigos utilizados

## 5.10 Resultado final

Durante las consultas a NetFigurador, se obtienen resultados intermedios de la configuración de la red, dichos valores solo pueden ser consultados dentro de la herramienta VPEXpert. El resultado final es almacenado en un archivo de texto llamado CONFIG.RED y tiene la estructura siguiente:

- **Servidor de Archivos:** contiene la configuración del servidor de archivos
  - Tarjeta de Red: especificación de la tarjeta de red que debe ser instalada en el servidor
  - BackUp: unidad de backup que debe incluirse en la configuración del servidor
  - Disco Duro : tamaño del disco duro del servidor de archivos
  - Floppy Disk : unidad de disquete del servidor de archivo
  - Video: tipo de monitor del servidor de archivos
  - Mouse: mouse del servidor
  - Procesador: procesador y velocidad del servidor de archivos
  - Memoria: cantidad de memoria RAM del servidor de archivos
  
- **Especificaciones de las Estaciones de Trabajo**
  - Disco Duro: tamaño del disco duro de las estaciones de trabajo (si lo requiere)
  - Floppy Disk : unidad de disquete de la estación de trabajo
  - Video : tipo de monitor de las estaciones de trabajo
  - Mouse: mouse de las estaciones de trabajo
  - Procesador : procesador y velocidad de las estaciones de trabajo
  - Memoria RAM: cantidad de memoria RAM de las estaciones de trabajo
  - Tarjeta de Red: tarjeta de red que deben ser instaladas en las estaciones de trabajo.
  
- **Número de usuarios:** contiene la cantidad de usuarios que utilizarán algunas de los tres tipos de aplicaciones, en el caso de que algunas cantidades se traslapan, debe interpretarse que dichas estaciones utilizan uno y otro tipo de aplicaciones. Es decir, que el número de usuarios no necesariamente coincide con la suma de los usuarios de las aplicaciones.
  - Automatización de oficinas
  - Bases de datos
  - Aplicaciones gráficas
  
- **Sistema Operativo de Red:** contiene las especificaciones y versiones de los sistemas operativos de red.
  - Sistema operativo
  - Versión
  - Casa que lo produce
  - Número de usuarios
  
- **Interconexión:** contiene las especificaciones de los elementos de interconexión dentro de la red
  - Módem
  - Conectores
  - HUB o MAU
  - Cable
  - Protocolo
  - Topología



- **Impresoras:** contiene los tipos de impresoras que deben ser utilizados con los grupos de usuarios.
  - Automatización de oficinas
  - Bases de datos
  - Aplicaciones gráficas

Para examinar el archivo de salida del sistema experto, refiérase al Apéndice A: Caso de estudio, al final de este trabajo.

## **CONCLUSIONES**

---

- 1. En nuestro medio existen pocas personas expertas en redes de área local, por lo que una herramienta como NetFigurador facilita la toma de decisiones en la implementación de redes de área local.**
- 2. El NetFigurador proporciona una solución imparcial para la implementación de nuevas redes de área local.**
- 3. Las redes de área local se están convirtiendo actualmente, en uno de los recursos más importantes dentro de las organizaciones y la configuración de una red de acuerdo con las necesidades de dicha organización, que le permite reducir costos en la compra de equipos innecesarios que generalmente permanecen ociosos.**
- 4. El NetFigurador proporciona soluciones que coinciden con las de los expertos en redes; característica que lo hace muy confiable en la configuración de redes de área local.**
- 5. Una persona con conocimientos intermedios de computación, puede obtener buenos resultados en la configuración de redes.**
- 6. Aun en áreas tan cambiantes como en el de la computación y sistemas, pueden realizarse sistemas expertos que puedan adaptarse a los cambios.**

## **RECOMENDACIONES**

---

- 1. Es necesario desarrollar sistemas expertos en el área de computación y sistemas, ya que ellos proveen un magnifico recurso alternativo en la solución de problemas.**
- 2. Las organizaciones deben prestar especial cuidado en la configuración de redes o ampliación de las existentes, de tal forma que no incurran en gastos innecesarios al adquirir equipos que sobrepasan sus necesidades o que permanecen ociosos.**
- 3. Los cursos de redes de la USAC deben incluir en su contenido metodologías y criterios de selección en la configuración de redes, con el objeto de que el joven profesional de sistemas tenga los elementos necesarios para realizar un trabajo de esa naturaleza.**

## BIBLIOGRAFÍA.

---

BRULE, James. Artificial intelligence Theory, Logic and Application. USA: Edit. Tab Books Inc., 1986.

CHORAFAS, Dimitris N. Handbook of DATA COMMUNICATIONS and COMPUTER NETWORKS. Second Edition. USA: Edit. TAB Professional and Reference Books, 1988.

CORRIGAN, Patrick H. et.al. Building local area networks With Novell's NetWare. USA: Edit. M&T BOOKS. s.f.

DAY, Michael. Downsizing to netware. USA: Edit. New Riders Publishing and Enterprise Series. s.f.

HEYWOOD, Drew . et.al. Lan connectivity. USA: Edit New Riders Publishing. and Enterprise Series. s.f.

JORDAN, Larry E. et.al. Communications and networking for the IBM PC. USA: Edit. Prentice-Hall Publishing and Communications Company. s.f.

MARTIN, James. et.al. Building expert systems A Tutorial. USA: Edit. Prentice Hall International. s.f.

RICH, Charles. et.al. Readings In Artificial Intelligence and Software Engineering. USA: Edit. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1986.

RICH, Elaine. Artificial Intelligence. s.l.i. Edit. McGraw-Hill International Editions Computer Science Series, 1986.

SÁNCHEZ, J.P. et.al. Sistemas Expertos: Una metodología de programación. Mexico: Edit. Macrobit, 1990.

SHCATT, Stan Understanding Local Area Networks: Easy Introduction to Network, Theory and Architecture. Tercera Edición. USA: Edit. SAMS, A Division of Prentice Hall Computer Publishing. s.f.

WATERMAN, Donald A. A guide to Expert Systems. USA: Edit. Addison-Wesley Publishing Company. s.f.

## APÉNDICE A

### Caso de Estudio

---

#### Caso de estudio: Empresa Eléctrica de Guatemala

El grupo de doce gerentes de la Empresa Eléctrica de Guatemala desea compartir recursos de información, enviar correo electrónico y compartir impresoras. Básicamente las aplicaciones que desean utilizar son procesadores de palabras, hojas electrónicas y eventualmente bases de datos. Desde algún tiempo han conversado acerca de la posibilidad de pedir información a través de Internet. El ambiente de trabajo que desean es gráfico, ya que no todos tienen conocimientos de computación y estos ambientes les provee un medio fácil para aprender. Algunos de ellos han utilizado Microsoft Office<sup>®</sup> y se inclinan por utilizar dichas herramientas; el 80% del tiempo utilizan dichos programas. También han utilizado algunos programas desarrollados en FoxPro<sup>®</sup>. Debido a que la información que manipulan la intercambian con otras empresas del extranjero, requieren impresiones de buena calidad. La mayoría de los gerentes se encuentran en el edificio administrativo, pero hay tres que se encuentran en otro centro de trabajo, aproximadamente a 800 metros de distancia. La base de datos que utilizan se considera pequeña.

Utilizando NetFigurador con las características de este grupo de trabajo, se obtuvo el siguiente resultado:

#### NETFIGURADOR.

La configuración de la Red de Area Local según sus necesidades son las siguientes:

Nombre de la organización: Empresa Eléctrica de Guatemala

#### Servidor de Archivos

- Tarjeta de Red : Ethernet IEEE 802.3, 16 bits, conector RJ45, 10baseT
- Memoria RAM : 16 MB (mínimo) - 32 MB (recomendable)
- Tape Backup : Unidad QIC 250 MB
- Disco Duro : 650 MB (mínimo)
- Floppie Disk : 3 1/2" high density (preferible de 2.88 MB)
- Video : Monitor SVGA 0.28
- Mouse : Microsoft de 2 botones (o compatible)
- Procesador : Pentium 133 MHz.

#### Especificaciones de las Estaciones de Trabajo

- Disco Duro : 650 MB (mínimo)
- Floppie Disk : 3 1/2" high density (preferible de 2.88 MB)
- Video : Monitor SVGA 0.28
- Mouse : Microsoft de 2 botones (o compatible)
- Procesador : Pentium 75 MHz.
- Memoria RAM : 16 MB
- Tarjeta de Red : Ethernet IEEE 802.3, 16 bits, conector RJ45, 10baseT

#### Automatización de Oficinas

- Cantidad : 12

#### Bases de Datos

- Cantidad : 12

#### Aplicaciones Gráficas

- Cantidad : 0

### Sistema Operativo de Red

- Sistema Operativo : Windows NT
- Version : 5.41 Advanced Server with Windows NT Workstation
- Casa que lo produce: Microsoft Corporation Inc.
- Numero de Usuarios : 12

### Interconexión

(Estaciones a menos de 200 metros)

- Modem : 28.8 Mbps con compresión de datos y detección de errores
- Conectores : RJ45 categoría 5
- HUB : 2 HUB IEEE 802.3 de 8 puertos
- Cable : Unshielded Twisted Pair (UTP) 10baseT, Categoría 5
- Protocolo : Ethernet, Norma IEEE 802.3
- Topología : Estrella

(Estaciones a más de 200 metros)

- HUB : 1 HUB IEEE 802.3 de 8 puertos
- Transceiver : 10BaseFL a AUI
- Cable : Fibra Optica duplex multimodo de 62.5 micrones
- Conectores : Tipo ST para fibra optica

### Impresoras

- Automatización de Oficinas
- Impresora : Laser de alto rendimiento (> 10 ppm)
- Bases de Datos
- Impresora : Matriz de puntos de alto rendimiento (> 550 cps)

# APÉNDICE B

## Listado del sistema experto NetFigurador

RUNTIME:  
AUTOQUERY;  
ENDOFF;

ACTIONS

Display "NETFIGURADOR le asistirá en la configuración de su red de area local.

Responda las preguntas que se le formulan a continuación:

Presione una tecla para iniciar...

```

+-----+
|                                     |
|                                     |
|                                     |
|                                     |
|-----+-----+
|                                     |
|                                     |
|-----+-----+
  
```

```

FORMAT %Pftm[DOS], 3,1
FORMAT %Pftm[OS2], 3,1
FORMAT %Pftm[WIN], 3,1
FORMAT %Pftm[OTRA], 3,1
FORMAT No_Lst[Base_de_datos], 3,1
FORMAT No_Usr[Autom_de_ofic], 3,1
FORMAT No_Usr[Grficas], 3,1
FORMAT %Aplic[Base_de_datos], 3,1
FORMAT %Aplic[Autom_de_ofic], 3,1
FORMAT %Aplic[Grficas], 3,1
FORMAT DdsServidor, 3,0
FORMAT TamProdBase_de_datos, 4,0
FORMAT TamProdAO, 4,0
FORMAT TamProdGR, 4,0
FORMAT 60, 4,0
FORMAT Procesador, 1,0
FORMAT RAM, 1,0
FORMAT DiscoDuro, 1,0
FORMAT TMP1, 3,2
FORMAT TMP2, 3,2
FORMAT MAUS, 3,2
FORMAT HUBS, 3,2
FORMAT Mas_20mins, 2,2
FORMAT C_USUARIOS, 2,0
  
```

```

+-----+
|                                     |
|-----+-----+
|                                     |
|-----+-----+
  
```

```

%Pftm[DOS] = 0,0
%Pftm[OS2] = 0,0
%Pftm[WIN] = 0,0
%Pftm[OTRA] = 0,0
DdsServidor = 0,0
60 = 60,0
Fantasma = Sin_Valor
  
```

```

+-----+
|                                     |
|-----+-----+
  
```

Constantes del archivo CONSTANT.DBF

```

NUSR = NUSR
GET NUSR = codigo, CONSTANT, ALL
C_USUARIOS = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DSK1 = DSK1
GET DSK1 = codigo, CONSTANT, ALL
C_DISCO1 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DSK2 = DSK2
GET DSK2 = codigo, CONSTANT, ALL
C_DISCO2 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DSK3 = DSK3
GET DSK3 = codigo, CONSTANT, ALL
C_DISCO3 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DSK4 = DSK4
GET DSK4 = codigo, CONSTANT, ALL
C_DISCO4 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DSK5 = DSK5
GET DSK5 = codigo, CONSTANT, ALL
C_DISCO5 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DSK6 = DSK6
GET DSK6 = codigo, CONSTANT, ALL
C_DISCO6 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
GR1 = GR1
GET GR1 = codigo, CONSTANT, ALL
GRUPO_IMP1 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
GR2 = GR2
GET GR2 = codigo, CONSTANT, ALL
GRUPO_IMP2 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DSO1 = DSO1
GET DSO1 = codigo, CONSTANT, ALL
DD_SISOP_1 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DSO2 = DSO2
GET DSO2 = codigo, CONSTANT, ALL
DD_SISOP_2 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DSO3 = DSO3
GET DSO3 = codigo, CONSTANT, ALL
DD_SISOP_3 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DSO4 = DSO4
GET DSO4 = codigo, CONSTANT, ALL
  
```

```

DD_SISOP_1 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DSO5 = DSO5
GET DSO5 = codigo, CONSTANT, ALL
DD_SISOP_5 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DSO6 = DSO6
GET DSO6 = codigo, CONSTANT, ALL
DD_SISOP_6 = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DBDG = DBDG
GET DBDG = codigo, CONSTANT, ALL
DD_BD_A = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DBDM = DBDM
GET DBDM = codigo, CONSTANT, ALL
DD_BD_M = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DBDP = DBDP
GET DBDP = codigo, CONSTANT, ALL
DD_BD_P = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DAOA = DAOA
GET DAOA = codigo, CONSTANT, ALL
DD_AO_A = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DAOM = DAOM
GET DAOM = codigo, CONSTANT, ALL
DD_AO_M = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DAOB = DAOB
GET DAOB = codigo, CONSTANT, ALL
DD_AO_B = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DGRA = DGRA
GET DGRA = codigo, CONSTANT, ALL
DD_GR_A = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DGRM = DGRM
GET DGRM = codigo, CONSTANT, ALL
DD_GR_M = (Valor)
CLOSE CONSTANT
DGRB = DGRB
GET DGRB = codigo, CONSTANT, ALL
DD_GR_B = (Valor)
CLOSE CONSTANT
  
```

```

+-----+
|                                     |
|-----+-----+
|                                     |
|-----+-----+
  
```

CHR 13,CR  
CHR 10,LF

```

EXISTE CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION
FIND archivo_de_configuracion
FIND Nombre
FIND Configuracion
COUNT Servidor,Servidor
COUNT Estaciones,Estaciones
COUNT NOS, NROS
COUNT Conectividad1,Conectividad1
COUNT Conectividad2,Conectividad2

-----
RESULTADOS FINALES
-----

FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
son las siguientes:(CR) (LF) Nombre de la Red de Area Local segun
sus necesidades
(Nombre):(CR)(LF)*
FIND SALIDA1
FIND SALIDA2
FIND SALIDA3
FIND SALIDA4
FIND SALIDA5
FIND SALIDA6
FIND SALIDA7
FIND ImprimeArchivo;

! Equipos de Proteccion : (EqProtection)
! Servidor CPU
! Servidor RAM
! Servidor_DD

RULE SALIDA01
IF NServidor > 0
THEN
WHILEKNOWNServidor
RESET Servidor1
POP Servidor, Servidor1
GET Servidor1 = codigo, NETFIGUR, ALL
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
CLOSE NETFIGUR
END
SALIDA1 = Salida1
ELSE SALIDA1 = Salida1;

RULE SALIDA02
IF NEstaciones > 0
THEN
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
WHILEKNOWNEstaciones
RESET Estaciones1
POP Estaciones, Estaciones1
GET Estaciones1 = codigo, NETFIGUR, ALL
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
CLOSE NETFIGUR
END

```

```

FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
(No_Usr(Autonom_de_ofic)):(LF)*
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
(No_Usr(Base_de_datos)):(LF)*
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
(No_Usr(Graficas)):(LF)*
SALIDA2 = Salida2
ELSE SALIDA2 = Salida2;

RULE SALIDA03
IF NROS > 0
THEN
WHILEKNOWNNOS
RESET NOS1
POP NOS, NOS1
GET NOS1 = codigo, NETFIGUR, ALL
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
CLOSE NETFIGUR
END
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
SALIDA3 = Salida3
ELSE SALIDA3 = Salida3;

RULE SALIDA04
IF NROS > 0
THEN
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
WHILEKNOWNEstaciones
RESET Conectividad1
POP Conectividad1, Conectividad1
GET Conectividad1 = codigo, NETFIGUR, ALL
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
CLOSE NETFIGUR
END
SALIDA4 = Salida4
ELSE SALIDA4 = Salida4;

RULE SALIDA05
IF Necesita_LAN = SI AND DistMayor200 = SI AND Conectividad2 <> null
THEN
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
WHILEKNOWNEstaciones
RESET Conectividad2
POP Conectividad2, Conectividad2
GET Conectividad2 = codigo, NETFIGUR, ALL
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
CLOSE NETFIGUR
END
SALIDA5 = Salida5
ELSE SALIDA5 = Salida5;

RULE SALIDA06
IF SALIDA1 = Salida1 AND Necesita_LAN = SI
THEN
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
GET Impresoras(Autonom_de_ofic) = codigo, NETFIGUR, ALL

```

```

FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
CLOSE NETFIGUR

FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
GET Impresoras(Base_de_datos) = codigo, NETFIGUR, ALL
CLOSE NETFIGUR

FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
GET Impresoras(Graficas) = codigo, NETFIGUR, ALL
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
CLOSE NETFIGUR

FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
GET Impresoras(Autonom_de_ofic) = codigo, NETFIGUR, ALL
FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
CLOSE NETFIGUR

RULE SALIDA07
IF Necesita_LAN = No
THEN FDSPLAY CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
"NetFigurador ha determinado que segun sus requerimientos no es necesaria
la instalacion de una red de area local. Si necesita unicamente compartir
recursos de impresion, existen en el mercado una variedad de dispositivos
para compartir impresoras (sharing devices) con memoria propia y para
múltiples usuarios, en este caso se recomienda uno o varios que permitan
compartir (usuarios) computadoras.
Si el número de usuarios es muy reducido, la solución para compartir recursos
no es necesariamente una red de area local."
SALIDA7 = Salida7
ELSE SALIDA7 = Salida7;

RULE Imprime
IF Imprime = SI
THEN Display, Prepare la impresora para recibir un archivo de texto"
BCALL IMPRIMA,"
Imprime-Archivo = OK
ELSE Imprime-Archivo = OK;

RULE CreaArchivo
IF existe CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
THEN archivo_de_configuracion = OK
DELETE CONFIGURACION_EXISTE_CONFIGURACION Ver 5.1(CR)(LF)*
ELSE archivo_de_configuracion = OK;

-----
INICIO REGLAS NETFIGURADOR
-----

RULE REQUERIMIENTOS_01
IF Solo_Impr = SI OR
#Usuarios < (C_USUARIOS)
THEN Necesita_LAN = No;

RULE REQUERIMIENTOS_02
IF #Usuarios < (C_USUARIOS)
THEN Necesita_LAN = No;

RULE REQUERIMIENTOS_03
IF #Usuarios >= (C_USUARIOS) AND
T_inf = Autonom_de_ofic AND
Uf_Arch = SI
THEN Necesita_LAN = SI;

```



```

RULE REQUERIMIENTOS_04
IF #Usuarios >= (C.USUARIOS) AND
  Ul_Archg = SI
THEN Necesita_LAN = SI;

RULE REQUERIMIENTOS_05
IF #Usuarios >= (C.USUARIOS) AND
  Ul_BD = SI
  Ul_Archg = SI
  T_Inf = Autom.de_ofic OR
  T_Inf = Graficas AND
  No_Usr[Base.de_datos] <= (0.6*#Usuarios)
THEN Necesita_LAN = SI
ELSE Necesita_LAN = No;

RULE REQUERIMIENTOS_06
IF Necesita_LAN = SI
THEN T_LAN = Nueva
ELSE T_LAN = No_Nueva;

RULE REQUERIMIENTOS_07
IF T_Inf = Base.de_datos AND
  T_Inf <> Autom.de_ofic AND
  T_Inf <> Graficas
THEN No_Usr[Base.de_datos] = (#Usuarios)
  No_Usr[Autom.de_ofic] = 0;

RULE REQUERIMIENTOS_08
IF T_Inf <> Base.de_datos AND
  T_Inf <> Autom.de_ofic AND
  T_Inf <> Graficas
THEN No_Usr[Autom.de_ofic] = (#Usuarios)
  No_Usr[Base.de_datos] = 0;

RULE REQUERIMIENTOS_09
IF T_Inf <> Base.de_datos AND
  T_Inf <> Autom.de_ofic AND
  T_Inf = Graficas
THEN No_Usr[Graficas] = (#Usuarios)
  No_Usr[Base.de_datos] = 0
  No_Usr[Autom.de_ofic] = 0;

RULE REQUERIMIENTOS_10
IF T_Inf = Base.de_datos AND
  T_Inf <> Autom.de_ofic AND
  T_Inf <> Graficas
THEN No_Usr[Graficas] = 0
  No_Usr[Autom.de_ofic] = (No_Usr[Autom.de_ofic])
  No_Usr[Base.de_datos] = ((#Usuarios)-(No_Usr[Autom.de_ofic]));

RULE REQUERIMIENTOS_11
IF T_Inf = Base.de_datos AND
  T_Inf <> Autom.de_ofic AND
  T_Inf = Graficas
THEN No_Usr[Base.de_datos] = (No_Usr[Base.de_datos])
  No_Usr[Graficas] = ((#Usuarios)-(No_Usr[Base.de_datos]))
  No_Usr[Autom.de_ofic] = 0;

RULE REQUERIMIENTOS_12
IF T_Inf <> Base.de_datos AND
  T_Inf = Autom.de_ofic AND
  T_Inf = Graficas
THEN No_Usr[Autom.de_ofic] = (No_Usr[Autom.de_ofic])
  No_Usr[Base.de_datos] = 0;

RULE REQUERIMIENTOS_13
IF T_Inf = Base.de_datos AND
  T_Inf = Autom.de_ofic AND
  T_Inf = Graficas
THEN FIND No_Usr[Graficas]
  FIND No_Usr[Base.de_datos]
  No_Usr[Autom.de_ofic] = ((#Usuarios)-(No_Usr[Graficas]-
  (No_Usr[Base.de_datos]));

RULE REQUERIMIENTOS_14
IF T_LAN = Nueva AND
  T_Inf = Base.de_datos AND
  No_Usr[Base.de_datos] > 0
THEN Config[Est BD] = Tipo_BD_Nueva
  Est_OK[Base.de_datos] = OK;
ELSE Config[Est BD] = No_Est_BD
  Est_OK[Base.de_datos] = OK;

RULE REQUERIMIENTOS_15
IF T_LAN = Nueva AND
  T_Inf = Autom.de_ofic AND
  No_Usr[Autom.de_ofic] > 0
THEN Config[Est AO] = Tipo_AO_Nueva
  Est_OK[Autom.de_ofic] = OK;
ELSE Config[Est AO] = No_Est_AO
  Est_OK[Autom.de_ofic] = OK;

RULE REQUERIMIENTOS_16
IF T_LAN = Nueva AND
  T_Inf = Graficas AND
  No_Usr[Graficas] > 0
THEN Config[Est GR] = Tipo_GR_Nueva
  Est_OK[Graficas] = OK;
ELSE Config[Est GR] = No_Est_GR
  Est_OK[Graficas] = OK;

RULE REQUERIMIENTOS_17
IF T_LAN = No_Nueva AND
  T_Inf = Base.de_datos AND
  No_Usr[Base.de_datos] > 0
THEN Config[Est BD] = Tipo_BD_NoNueva
  Est_OK[Base.de_datos] = OK;
ELSE Config[Est BD] = No_Usr[Base.de_datos]
  Est_OK[Base.de_datos] = OK;

RULE REQUERIMIENTOS_18
IF T_LAN = No_Nueva AND
  T_Inf = Autom.de_ofic AND
  No_Usr[Autom.de_ofic] > 0
THEN Config[Est AO] = Tipo_AO_NoNueva
  Est_OK[Autom.de_ofic] = OK;
ELSE Config[Est AO] = No_Usr[Autom.de_ofic]
  Est_OK[Autom.de_ofic] = OK;

RULE REQUERIMIENTOS_19
IF T_LAN = No_Nueva AND
  T_Inf = Graficas AND
  No_Usr[Graficas] > 0
THEN Config[Est GR] = Tipo_GR_NoNueva
  Est_OK[Graficas] = OK;
ELSE Config[Est GR] = No_Usr[Graficas]
  Est_OK[Graficas] = OK;

RULE REQUERIMIENTOS_20
IF Est_OK[Graficas] = OK AND
  Est_OK[Autom.de_ofic] = OK AND
  Est_OK[Base.de_datos] = OK
THEN T_Est = OK;

+-----+
| Porcentajes de utilizacion de aplicaciones |
+-----+

RULE APLICACION_01
IF T_Inf = Base.de_datos AND
  T_Inf <> Autom.de_ofic AND
  T_Inf <> Graficas
THEN %_Aplic = OK
  %Aplic[Base.de_datos] = 100
  %Aplic[Autom.de_ofic] = 0
  %Aplic[Graficas] = 0;

RULE APLICACION_02
IF T_Inf <> Base.de_datos AND
  T_Inf <> Autom.de_ofic AND
  T_Inf <> Graficas
THEN %_Aplic = OK
  %Aplic[Base.de_datos] = 0
  %Aplic[Autom.de_ofic] = 100
  %Aplic[Graficas] = 0;

RULE APLICACION_03
IF T_Inf <> Base.de_datos AND
  T_Inf <> Autom.de_ofic AND
  T_Inf = Graficas
THEN %_Aplic = OK
  %Aplic[Base.de_datos] = 0
  %Aplic[Autom.de_ofic] = 0
  %Aplic[Graficas] = 100;

RULE APLICACION_04
IF T_Inf = Base.de_datos AND
  T_Inf = Autom.de_ofic AND
  T_Inf <> Graficas AND
  %Aplic[Base.de_datos] > 0
THEN %_Aplic = OK
  %Aplic[Autom.de_ofic] = (100 - (%Aplic[Base.de_datos]))
  %Aplic[Graficas] = 0;

RULE APLICACION_05
IF T_Inf = Base.de_datos AND
  T_Inf <> Autom.de_ofic AND
  T_Inf = Graficas AND
  %Aplic[Base.de_datos] > 0
THEN %_Aplic = OK
  %Aplic[Autom.de_ofic] = (100 - (%Aplic[Base.de_datos]))
  %Aplic[Graficas] = 0;

```

```

%Aplic[Base_de_datos] > 0
THEN %_Aplic = OK
%Aplic[Gráficas] = (100 - (%Aplic[Base_de_datos]))
%Aplic[Autom_de_ofic] = 0;

RULE APLICACION_06
IF T_Inf <> Base_de_datos AND
T_Inf = Autom_de_ofic AND
T_Inf = Graficas AND
%Aplic[Autom_de_ofic] > 0
THEN %_Aplic = OK
%Aplic[Gráficas] = (100 - (%Aplic[Autom_de_ofic]))
%Aplic[Base_de_datos] = 0;

RULE APLICACION_07
IF T_Inf = Graficas AND T_Inf = Base_de_datos AND T_Inf =
Autom_de_ofic
THEN FIND %Aplic[Base_de_datos]
FIND %Aplic[Autom_de_ofic]
%Aplic[Gráficas] = (100 - (%Aplic[Base_de_datos] +
(%Aplic[Autom_de_ofic]))
%_Aplic = OK;

RULE APLICACION_08
IF T_Inf = Base_de_datos AND
Pitfm[Base_de_datos] <> UNKNOWN
THEN Pitfm_OK[Base_de_datos] = OK
%Pitfm[Pitfm[Base_de_datos]] = (%Pitfm[Pitfm[Base_de_datos]] + (%_Aplic
Base_de_datos))
ELSE Pitfm_OK[Base_de_datos] = OK;

RULE APLICACION_09
IF T_Inf = Autom_de_ofic AND
Pitfm[Autom_de_ofic] <> UNKNOWN
THEN Pitfm_OK[Autom_de_ofic] = OK
%Pitfm[Pitfm[Autom_de_ofic]]
= (%Pitfm[Pitfm[Autom_de_ofic]] + (%Aplic[Autom_de_ofic]))
ELSE Pitfm_OK[Autom_de_ofic] = OK;

RULE APLICACION_10
IF T_Inf = Graficas AND
Pitfm[Gráficas] <> UNKNOWN
THEN Pitfm_OK[Gráficas] = OK
%Pitfm[Pitfm[Gráficas]] = (%Pitfm[Pitfm[Gráficas]] + (%Aplic[Gráficas]))
ELSE Pitfm_OK[Gráficas] = OK;

RULE APLICACION_11
IF Pitfm_OK[Base_de_datos] = OK AND
Pitfm_OK[Autom_de_ofic] = OK AND
Pitfm_OK[Gráficas] = OK
THEN Pitfm_Actual = OK;

```

```

%Aplic[Base_de_datos] > 0
THEN %_Aplic = OK
%Aplic[Gráficas] = (100 - (%Aplic[Base_de_datos])) AND
THEN APredominante = Autom_de_ofic
ELSE APredominante = Graficas;

Plataforma de sistema operativo predominante

RULE PLATPREDOM_01
IF Div = SI AND
avar1 = (%Pitfm[OS2]/10) AND avar1 < 0
THEN PlatPredom = DOS;

RULE PLATPREDOM_02
IF Div < No
THEN Div = Si
avar1 = (%Pitfm[DOS]/10);
RULE PLATPREDOM_03
IF %Pitfm[OS2] >= 65
THEN PlatPredom = OS2;

RULE PLATPREDOM_04
IF %Pitfm[OS2] >= 40 AND
%Pitfm[OS2] < 40
THEN PlatPredom = OS2;

RULE PLATPREDOM_05
IF %Pitfm[WIN] >= 60
THEN PlatPredom = WIN;

RULE PLATPREDOM_06
IF %60 < (%Pitfm[OS2] + (%Pitfm[WIN])) AND
%Pitfm[WIN] < (%Pitfm[OS2]/2)
THEN PlatPredom = OS2
ELSE PlatPredom = WIN;

SISTEMA OPERATIVO DE RED apropiado

RULE SISOP_01
URRec = Baja
THEN NOS = CA1
NOS = VR1
NOS = SO1;

RULE SISOP_02
URRec = Moderada
THEN NOS = CA2
NOS = VR2
NOS = SO2;

RULE SISOP_03
URRec = Alta OR URRec = Extrema
THEN NOS = CA3
NOS = VR3
NOS = SO3;

RULE SISOP_04
URRec = Baja OR URRec = Moderada
THEN NOS = CA4
NOS = VR4
NOS = SO4;

RULE SISOP_05
URRec = Alta OR URRec = Extrema
THEN NOS = CA5
NOS = VR5
NOS = SO5;

RULE SISOP_06
URRec = Alta OR URRec = Extrema
THEN NOS = CA6
NOS = VR6
NOS = SO6;

TOPOLOGIA, CABLEADO Y PROTOCOLO

RULE CONEXION_01
IF PlatPredom = OS2
THEN Conectividad = TP3
ELSE Conectividad = TP1;

RULE CONEXION_02
IF Conectividad = TP3
THEN Conectividad = PT2
ELSE Conectividad = PT1;

RULE CONEXION_03
IF Conectividad = TP3
THEN Conectividad = CB3;

RULE CONEXION_04
IF Conectividad = TP1
THEN Conectividad = CBI
Conectividad = HB0;

RULE CONEXION_05
IF Conectividad = TP1 AND
DistMayor200 = SI AND
Mas_200Mts = 1
THEN Conectividad = CN4
Conectividad3 = CB5
Conectividad2 = TN2;

RULE CONEXION_06
IF DistMayor200 = SI AND
Mas_200Mts > 1 AND
Conectividad = TP1
THEN Conectividad = CN4
Conectividad3 = CB5

```

```

%Aplic[Base_de_datos] > 0
THEN %_Aplic = OK
%Aplic[Gráficas] = (100 - (%Aplic[Base_de_datos])) AND
THEN APredominante = Autom_de_ofic
ELSE APredominante = Graficas;

Plataforma de sistema operativo predominante

RULE PLATPREDOM_01
IF Div = SI AND
avar1 = (%Pitfm[OS2]/10) AND avar1 < 0
THEN PlatPredom = DOS;

RULE PLATPREDOM_02
IF Div < No
THEN Div = Si
avar1 = (%Pitfm[DOS]/10);
RULE PLATPREDOM_03
IF %Pitfm[OS2] >= 65
THEN PlatPredom = OS2;

RULE PLATPREDOM_04
IF %Pitfm[OS2] >= 40 AND
%Pitfm[OS2] < 40
THEN PlatPredom = OS2;

RULE PLATPREDOM_05
IF %Pitfm[WIN] >= 60
THEN PlatPredom = WIN;

RULE PLATPREDOM_06
IF %60 < (%Pitfm[OS2] + (%Pitfm[WIN])) AND
%Pitfm[WIN] < (%Pitfm[OS2]/2)
THEN PlatPredom = OS2
ELSE PlatPredom = WIN;

SISTEMA OPERATIVO DE RED apropiado

RULE SISOP_01
URRec = Baja
THEN NOS = CA1
NOS = VR1
NOS = SO1;

RULE SISOP_02
URRec = Moderada
THEN NOS = CA2
NOS = VR2
NOS = SO2;

RULE SISOP_03
URRec = Alta OR URRec = Extrema
THEN NOS = CA3
NOS = VR3
NOS = SO3;

RULE SISOP_04
URRec = Baja OR URRec = Moderada
THEN NOS = CA4
NOS = VR4
NOS = SO4;

RULE SISOP_05
URRec = Alta OR URRec = Extrema
THEN NOS = CA5
NOS = VR5
NOS = SO5;

RULE SISOP_06
URRec = Alta OR URRec = Extrema
THEN NOS = CA6
NOS = VR6
NOS = SO6;

TOPOLOGIA, CABLEADO Y PROTOCOLO

RULE CONEXION_01
IF PlatPredom = OS2
THEN Conectividad = TP3
ELSE Conectividad = TP1;

RULE CONEXION_02
IF Conectividad = TP3
THEN Conectividad = PT2
ELSE Conectividad = PT1;

RULE CONEXION_03
IF Conectividad = TP3
THEN Conectividad = CB3;

RULE CONEXION_04
IF Conectividad = TP1
THEN Conectividad = CBI
Conectividad = HB0;

RULE CONEXION_05
IF Conectividad = TP1 AND
DistMayor200 = SI AND
Mas_200Mts = 1
THEN Conectividad = CN4
Conectividad3 = CB5
Conectividad2 = TN2;

RULE CONEXION_06
IF DistMayor200 = SI AND
Mas_200Mts > 1 AND
Conectividad = TP1
THEN Conectividad = CN4
Conectividad3 = CB5

```



```

IF NOS = SO6
THEN DDServidor = (DDServidor) + (DD_SISOP_6)
DD_NOS_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_07
IF T_Inf = Base_de_datos AND
TamBD = Grande
THEN DDServidor = (DDServidor) + (DD_BD_G)
DD_APLBD_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_08
IF T_Inf = Base_de_datos AND
TamBD = Mediana
THEN DDServidor = (DDServidor) + (DD_BD_M)
DD_APLBD_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_09
IF T_Inf = Base_de_datos AND
TamBD = Pequena
THEN DDServidor = (DDServidor) + (DD_BD_P)
DD_APLBD_OK = OK
ELSE DD_APLBD_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_10
IF T_Inf = Autom_de_ofc AND
UfAO = Alta
THEN DDServidor = (DDServidor) +
((DD_AO_A)*(No_UsfAutom_de_ofc)))
DD_APLAO_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_11
IF T_Inf = Autom_de_ofc AND
UfAO = Mediana
THEN DDServidor = (DDServidor) +
((DD_AO_M)*(No_UsfAutom_de_ofc)))
DD_APLAO_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_12
IF T_Inf = Autom_de_ofc AND
UfAO = Baja
THEN DDServidor = (DDServidor) +
((DD_AO_B)*(No_UsfAutom_de_ofc)))
DD_APLAO_OK = OK
ELSE DD_APLAO_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_13
IF T_Inf = Graficas AND
UfGR = Alta
THEN DDServidor = (DDServidor) + ((DD_GR_A)*(No_Usf(Graficas)))
DD_APLGR_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_14
IF T_Inf = Graficas AND
UfGR = Regular
THEN DDServidor = (DDServidor) + ((DD_GR_M)*(No_Usf(Graficas)))
DD_APLGR_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_15
IF T_Inf = Graficas AND
UfGR = Baja
THEN DDServidor = (DDServidor) + ((DD_GR_B)*(No_Usf(Graficas)))

```

```

DD_APLGR_OK = OK
ELSE DD_APLGR_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_16
IF T_Inf = Base_de_datos AND
TamProdBD > 0
THEN DDServidor = (DDServidor) + (TamProdBD))
DD_PRODDBD_OK = OK
ELSE DD_PRODDBD_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_17
IF T_Inf = Autom_de_ofc AND
TamProdAO > 0
THEN DDServidor = (DDServidor) + (TamProdAO))
DD_PRODDAO_OK = OK
ELSE DD_PRODDAO_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_18
IF T_Inf = Graficas AND
TamProdGR > 0
THEN DDServidor = (DDServidor) + (TamProdGR))
DD_PRODGR_OK = OK
ELSE DD_PRODGR_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_19
IF DD_NOS_OK = OK AND
DD_APLBD_OK = OK AND
DD_APLAO_OK = OK AND
DD_APLGR_OK = OK AND
DD_PRODDBD_OK = OK AND
DD_PRODDAO_OK = OK AND
DD_PRODGR_OK = OK
THEN DD_SERV_OK = OK;

RULE SERVERIDOR_20
IF DD_SERV_OK = OK AND
DD_Servidor <= 426
THEN Servidor = DDI
Servidor = BU1;

RULE SERVERIDOR_21
IF DD_SERV_OK = OK AND
DDServidor > (C_DISCO1) AND
DDServidor <= (C_DISCO2)
THEN Servidor = DD2
Servidor = BU1;

RULE SERVERIDOR_22
IF DD_SERV_OK = OK AND
DDServidor > (C_DISCO2) AND
DDServidor <= (C_DISCO3)
THEN Servidor = DD3
Servidor = BU1;

RULE SERVERIDOR_23
IF DD_SERV_OK = OK AND
DDServidor > (C_DISCO3) AND
DDServidor <= (C_DISCO4)
THEN Servidor = DD4
Servidor = BU2;

```

```

RULE SERVERIDOR_24
IF DD_SERV_OK = OK AND
DDServidor > (C_DISCO4) AND
DDServidor <= (C_DISCO5)
THEN Servidor = DD5
Servidor = BU3;

RULE SERVERIDOR_25
IF DD_SERV_OK = OK AND
DDServidor > (C_DISCO6)
THEN Servidor = DD6
Servidor = BU3;

RULE SERVERIDOR_26
IF NOS = SO1
THEN Servidor = MM6;

RULE SERVERIDOR_27
IF NOS = SO2
THEN Servidor = MM7;

RULE SERVERIDOR_28
IF NOS = SO4
THEN Servidor = MM8;

RULE SERVERIDOR_29
IF NOS = SO5 OR
NOS = SO6
THEN Servidor = MM9;

RULE SERVERIDOR_30
IF Conectividad = TP1
THEN Estaciones = TR1;

RULE SERVERIDOR_31
IF Conectividad = TP1
THEN Servidor = TR1;

RULE SERVERIDOR_32
IF Conectividad = TP2
THEN Estaciones = TR2;

RULE SERVERIDOR_33
IF Conectividad = TP2
THEN Servidor = TR2;

RULE SERVERIDOR_34
IF Conectividad = TP3
THEN Estaciones = TR3;

RULE SERVERIDOR_35
IF Conectividad = TP3
THEN Servidor = TR3;

```

..... Definiendo la cantidad de HUBS o MAUs

REGLA FINAL

```

IF Conectividad = TP1 AND HUBs >= 1 AND HUBs < 2
THEN NHubS = 2;

RULE 78F
IF Conectividad = TP1 AND HUBs >= 2 AND HUBs < 3
THEN NHubS = 3;

RULE 78G
IF Conectividad = TP1 AND HUBs >= 3 AND HUBs < 4
THEN NHubS = 4;

RULE 78H
IF Conectividad = TP1 AND HUBs >= 4 AND HUBs < 5
THEN NHubS = 5;

RULE 78I
IF Conectividad = TP1 AND HUBs >= 5 AND HUBs < 6
THEN NHubS = 6;

```

CARACTERISTICAS DE ESTACIONES DE TRABAJO

```

RULE ESTACIONES_01
IF PlatPredom = DOS
THEN Estaciones = MM1;

RULE ESTACIONES_02
IF PlatPredom = OS2 OR
NOS = S04
THEN Estaciones = MM1;

RULE ESTACIONES_03
IF NOS = S05
THEN Estaciones = MM1;

RULE ESTACIONES_04
IF PlatPredom = DOS
THEN Estaciones = PR2
Estaciones = MO1
Estaciones = VDI
Estaciones = FL1
ELSE Estaciones = PR3
Estaciones = MO1
Estaciones = VDI
Estaciones = FL1;

RULE ESTACIONES_05
IF NOS = S05
THEN Estaciones = MM1;

RULE ESTACIONES_06
IF PlatPredom = DOS
THEN Estaciones = DDN;

RULE ESTACIONES_07
IF PlatPredom <> DOS
THEN Estaciones = DD1;

```

```

RULE Temporal2
IF Fantasma <> UNKNOWN
THEN TMP2 = (#Usuarios/10);

RULE 77E
IF Conectividad = TP3 AND
#Usuarios < 8
THEN Conectividad = MA0;

RULE 77F
IF Conectividad = TP1 AND
#Usuarios < 8
THEN Conectividad = HB0;

RULE 77G
IF Conectividad = TP1 !! Estrella
THEN Conectividad = CB1 !! Cable categoria 5
Conectividad = CN2 !! Conector RJ45
FIND HUBs;

RULE 77H
IF Internet = SI
THEN Conectividad = MD1;

RULE 77D
IF Conectividad = TP1
THEN HUBs = (TMP2);

RULE 77I
IF Conectividad = TP3 !! Anillo
THEN Conectividad = CN1 !! Conector para Tokenring
Conectividad = CB3 !! Cable para Tokenring
Conectividad = HU0
FIND MAUs;

RULE 77C
IF Conectividad = TP3
THEN MAUs = (TMP2);

RULE 78A
IF Conectividad = TP3 AND MAUs >= 1 AND MAUs < 2
THEN NMAUs = 2;

RULE 78B
IF Conectividad = TP3 AND MAUs >= 2 AND MAUs < 3
THEN NMAUs = 3;

RULE 78C
IF Conectividad = TP3 AND MAUs >= 3 AND MAUs < 4
THEN NMAUs = 4;

RULE 78D
IF Conectividad = TP3 AND MAUs >= 4 AND MAUs < 5
THEN NMAUs = 5;

RULE 78D1
IF Conectividad = TP3 AND MAUs >= 5 AND MAUs < 6
THEN NMAUs = 6;

RULE 78E

```

```

ASK Solo Impr. "¿Su necesidad actual es solamente compartir recursos para
impresion de documentos?";
CHOICES Solo Impr: SI, No;

ASK T. Inf. "¿Marque los tipos de información que desea manipular.";
CHOICES T. Inf Base_de_datos, Autom_de_ofic, Graficas;
PLURAL: T. Inf

ASK Ut. BD. "¿Los archivos de la base de datos serán compartidos por dos o
mas
personas?";
CHOICES Ut. BD: SI, No;

ASK Ut. Arch. "¿Los archivos de automatización de oficinas serán compartidos
por dos o mas personas?";
CHOICES Ut. Arch: SI, No;

ASK Ut. Archig. "¿Los archivos graficos serán compartidos por dos o mas
personas?";
CHOICES Ut. Archig: SI, No;

ASK #Usuarios. "¿Cuantos puestos de trabajo utilizarán permanentemente
equipo de computo?";

ASK NuevaLAN. "¿Posee actualmente computadoras y aplicaciones que esta
utilizando?";
CHOICES NuevaLAN: SI, No;

ASK No. Usf[Base_de_datos]. "¿Cuantas estaciones para aplicaciones de
BASES DE DATOS necesita?";
ASK No. Usf[Autom_de_ofic]. "¿Cuantas estaciones para aplicaciones de
AUTOMATIZACION DE OFICINAS necesita?";
ASK No. Usf[Graficas]. "¿Cuantas estaciones para aplicaciones GRAFICAS
necesita?";

PLURAL: Plataform[1], Plataform[2], Plataform[3];

ASK %Aplic[Base_de_datos]. "¿Que porcentaje del tiempo total de computo
será utilizado por
aplicaciones de BASES DE DATOS?";

```

ASK %Aplic(Autom\_de\_ofic): "¿Que porcentaje del tiempo total de computo sera utilizado por aplicaciones de AUTOMATIZACION DE OFICINAS?";

ASK %Aplic(Graficas): "¿Que porcentaje del tiempo total de computo sera utilizado por aplicaciones GRAFICAS?";

ASK Pifirm(Base\_de\_datos): "¿Cual es la principal plataforma de sistema operativo sobre la que desearia manipular las aplicaciones de BASES DE DATOS?";

CHOICES Pifirm(Base\_de\_datos): DOS, OS2, WIN, OTRA;

ASK Pifirm(Autom\_de\_ofic): "¿Cual es la principal plataforma de sistema operativo sobre la que desearia manipular las aplicaciones de AUTOMATIZACION DE OFICINAS?";

CHOICES Pifirm(Autom\_de\_ofic): DOS, OS2, WIN, OTRA;

ASK Pifirm(Graficas): "¿Cual es la principal PLATAFORMA de sistema operativo sobre la que desearia manipular las APLICACIONES GRAFICAS?";

CHOICES Pifirm(Graficas): DOS, OS2, WIN, OTRA;

ASK Urrec: "¿Como considera que va a ser la utilizacion de los recursos de la red (discos duros, impresoras, comunicaciones)?";

CHOICES Urrec: Extrema,Alta,Modorada,Baja;

ASK DistMayor200: "¿La distancia que tiene que recorrer el cable desde el servidor hacia la estacion mas lejana. Es mayor de 200 metros?";

CHOICES DistMayor200: Si, No;

ASK Mas\_200mts: "¿Cuantas estaciones de trabajo se encuentran mas alla de 200 metros?";

ASK AltaCalidadAO: "¿Necesita impresiones presentables y de alta calidad para las aplicaciones de automatizacion de oficinas?";

CHOICES AltaCalidadAO: Si, No;

ASK BNGR: "¿Las impresiones para las aplicaciones GRAFICAS, son en su mayoria en blanco y negro?";

CHOICES BNGR: Si, No;

ASK TambD: "¿Cómo considera que será el tamaño de la base de datos?";

CHOICES TambD: Pequena, Mediana, Grande;

ASK UTAO: "¿Cómo considera será la utilización del disco duro por parte de los usuarios de automatización de oficinas?";

CHOICES UTAO: Alta, Regular, Baja;

ASK UNGR: "¿Cómo considera será la utilización del disco duro por parte de los usuarios de aplicaciones gráficas?";

CHOICES UNGR: Alta, Regular, Baja;

ASK TamProdBD: "¿Cual es el tamaño estimado (en MB) de los productos para BASES DE DATOS que serán instalados?";

ASK TamProdAO: "¿Cual es el tamaño estimado (en MB) de los productos para AUTOMATIZACION DE OFICINAS que serán instalados?";

ASK TamProdGR: "¿Cual es el tamaño estimado (en MB) de los productos para aplicaciones GRAFICAS que serán instalados?";

ASK Imprime: "El archivo de salida se llama CONFIGURED, ¿desearia enviarlo a la impresora ahora? (Preparar la impresora antes de responder SI)";

CHOICES Imprime: No, Si;

ASK Internet: "¿Desearia tener conexion a Internet?";

CHOICES Internet: No, Si;

PLURAL: Servidor,Estaciones,Conectividad,NOS,Conectividad2;

ASK Nombre: "¿Cual es el nombre de la organizacion o razon social que requiere compartir recursos de computo?";

## APÉNDICE C

### Constantes utilizadas por NetFigurador

CÓDIGO	NCONSTANTE	NOMBRE	VALOR
NUSR	C_USUARIOS	Número mínimo de usuarios para considerar una red	3
DSK1	C_DISCO1	En la escala de discos disponibles en el mercado el número 1	650
DSK2	C_DISCO2	En la escala de discos disponibles en el mercado el número 2	850
DSK3	C_DISCO3	En la escala de discos disponibles en el mercado el número 3	1080
DSK4	C_DISCO4	En la escala de discos disponibles en el mercado el número 4	1200
DSK5	C_DISCO5	En la escala de discos disponibles en el mercado el número 5	1600
DSK6	C_DISCO6	En la escala de discos disponibles en el mercado el número 6	2000
GRI1	GRUPO_IMP1	No de usrs que pertenecen a un grupo pequeño para uso de imp	3
GRI2	GRUPO_IMP2	No de usrs que pertenecen a un grupo mediano para uso de imp	10
DSO1	DD_SISOP1	Espacio en disco duro ocupado por el sistema operativo 1	20
DSO2	DD_SISOP2	Espacio en disco duro ocupado por el sistema operativo 2	30
DSO3	DD_SISOP3	Espacio en disco duro ocupado por el sistema operativo 3	30
DSO4	DD_SISOP4	Espacio en disco duro ocupado por el sistema operativo 4	50
DSO5	DD_SISOP5	Espacio en disco duro ocupado por el sistema operativo 5	120
DSO6	DD_SISOP6	Espacio en disco duro ocupado por el sistema operativo 6	80
DBDG	DD BD A	Espacio en disco duro ocupado por bases de datos grandes	200
DBDM	DD BD M	Espacio en disco duro ocupado por bases de datos mediana	100
DBDB	DD BD B	Espacio en disco duro ocupado por bases de datos pequeña	50
DAOA	DD AO A	Espacio en disco duro ocupado por automat de oficina grande	50
DAOM	DD AO M	Espacio en disco duro ocupado por automat de oficina mediana	20
DAOB	DD AO B	Espacio en disco duro ocupado por automat de oficina pequeña	10
DGRA	DD GR A	Espacio en disco duro ocupado por gráficos alto	100
DGRM	DD GR M	Espacio en disco duro ocupado por gráficos mediano	75
DGRB	DD GR B	Espacio en disco duro ocupado por gráficos bajo	20

## APÉNDICE D

### Elementos de configuración

CÓDIGO	NOMBRE	DESC
BU1	Tape Backup :	Unidad QIC 250 MB
BU2	Tape Backup :	Unidad QIC 525 MB
BU3	Tape Backup :	Unidad DAT 1024 MB (1 GB)
BU4	Tape Backup :	Unidad DAT 2048 MB (2 GB)
CA1	Casa que lo produce:	Novell Corporation
CA2	Casa que lo produce:	Novell Corporation
CA3	Casa que lo produce:	Novell Corporation
CA4	Casa que lo produce:	Microsoft Corporation Inc.SET
CA5	Casa que lo produce:	Microsoft Corporation Inc.
CA6	Casa que lo produce:	IBM Corporation
CB1	Cable :	Unshielded Twisted Pair (UTP) 10baseT, Categoría 5
CB2	Cable :	Trunk cable 10base5, normado a IEEE 802.3, AU/RG8 Data
CB3	Cable :	Token Ring IEEE 802.5 2P/SOLID/22AWG
CB4	Cable AUI :	IEEE 802.3, 50 pies (máximo), hembra/macho DB15
CB5	Cable :	Fibra Óptica dúplex multimodo de 62.5 micrones
CN1	Conectores :	RJ45 a DB9
CN2	Conectores :	RJ45 categoría 5
CN3	Conectores :	Tipo N para AU/RG8
CN4	Conectores :	Tipo ST para fibra óptica
CO1	Conector BNC :	Conectores tipo bayoneta para cable coaxial
CO2	Conector UTP :	Conector RJ11 para UTP
DD1	Disco Duro :	650 MB (mínimo)
DD2	Disco Duro :	850 MB (mínimo)
DD3	Disco Duro :	1.08 GB (mínimo)
DD4	Disco Duro :	1.2 GB (mínimo)
DD5	Disco Duro :	1.6 GB (mínimo)
DD6	Disco Duro :	2 GB (mínimo)
DDN	Disco Duro :	No es necesario para esta configuración
FL1	Floppie Disk :	3 1/2" high density (preferible de 2.88 MB)
HB0	HUB :	1 HUB IEEE 802.3 de 8 puertos
HB1	HUB :	1 HUB IEEE 802.3 de 16 puertos
HB2	HUB :	2 HUB IEEE 802.3 de 16 puertos
HB3	HUB :	3 HUB IEEE 802.3 de 16 puertos
HB4	HUB :	4 HUB IEEE 802.3 de 16 puertos
HB5	HUB :	5 HUB IEEE 802.3 de 16 puertos
IM1	Impresora :	Láser de bajo rendimiento (3 ppm)
IM2	Impresora :	Láser de mediano rendimiento (8 ppm)
IM3	Impresora :	Láser de alto rendimiento (> 10 ppm)
IM4	Impresora :	Matriz de puntos de bajo rendimiento (300 cps)
IM5	Impresora :	Matriz de puntos de mediano rendimiento (500 cps)
IM6	Impresora :	Matriz de puntos de alto rendimiento (> 550 cps)
IM7	Impresora :	Inyección de tinta, color
IMN	Impresora :	No es necesaria para esta configuración
MA0	MAU :	1 Multistation Access Unit, TokenRing IEEE 802.5 de 8 puertos
MA1	MAU :	1 Multistation Access Unit, TokenRing IEEE 802.5 de 16 puertos
MA2	MAU :	2 Multistation Access Unit, TokenRing IEEE 802.5 de 16 puertos



MA2	MAU	2 Multistation Access Unit, TokenRing IEEE 802.5 de 16 puertos
MA3	MAU	3 Multistation Access Unit, TokenRing IEEE 802.5 de 16 puertos
MA4	MAU	4 Multistation Access Unit, TokenRing IEEE 802.5 de 16 puertos
MA5	MAU	5 Multistation Access Unit, TokenRing IEEE 802.5 de 16 puertos
MD1	Módem	28.8 Mbps con compresión de datos y detección de errores
MM1	Memoria RAM	4 MB
MM2	Memoria RAM	8 MB
MM3	Memoria RAM	12 MB
MM4	Memoria RAM	16 MB
MM5	Memoria RAM	32 MB
MM6	Memoria RAM	1 MB (mínimo) - 4 MB (recomendable)
MM7	Memoria RAM	2.5 MB (mínimo) - 4 MB (recomendable)
MM8	Memoria RAM	4 MB (mínimo) - 8 MB (recomendable)
MM9	Memoria RAM	16 MB (mínimo) - 32 MB (recomendable)
MO1	Mouse	Microsoft de 2 botones (o compatible)
PR1	Procesador	486 DX2 de 66 MHz.
PR2	Procesador	486 DX4 de 100 MHz.
PR3	Procesador	Pentium 75 MHz.
PR4	Procesador	Pentium 100 MHz.
PR5	Procesador	Pentium 133 MHz.
PR6	Procesador	Pentium PRO
PT1	Protocolo	Ethernet, Norma IEEE 802.3
PT2	Protocolo	TokenRing, Norma IEEE 802.5
SO1	Sistema Operativo	NetWare Lite
SO2	Sistema Operativo	NetWare
SO3	Sistema Operativo	NetWare
SO4	Sistema Operativo	Windows
SO5	Sistema Operativo	Windows NT
SO6	Sistema Operativo	OS/2 LAN Manager
TM1	Terminadores	Tipo P para AU/RG8/50 Ohms
TN1	Transceiver	IEEE 802.3 tipo Vampiro
TN2	Transceiver	10BaseFL a UTP
TN3	Transceiver	10BaseFL a AUI
TP1	Topología	Estrella
TP2	Topología	Bus
TP3	Topología	Anillo
TR1	Tarjeta de Red	Ethernet IEEE 802.3, 16 bits, conector RJ45, 10baseT
TR2	Tarjeta de Red	Ethernet IEEE 802.3, 16 bits, 10base5
TR3	Tarjeta de Red	16 bits, TokenRing (4-16 Mbps)
VD1	Video	Monitor SVGA 0.28
VR1	Versión	1.1 for DOS and Windows
VR2	Versión	2.2 full featured 16 bits NOS
VR3	Versión	3.12 full featured 32 bits NOS
VR4	Versión	3.11 for WorkGroups
VR5	Versión	5.41 Advanced Server with Windows NT Workstation
VR6	Versión	4.0 network operating system

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD  
Biblioteca