

**UNIVERSIDAD ANDINA
“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”**

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

**CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE
INGENIERIA DE SISTEMAS**



**“PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO
DE FALLAS EN UNA RED DE AREA LOCAL”**

Tesis para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE SISTEMAS

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:

**CESAR CONDORI AMANQUI
ERNESTO WALTER TICONA HUANCA**

JULIACA – PERU

2001



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS

**"PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO
DE FALLAS EN UNA RED DE AREA LOCAL"**

TESIS

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:

CESAR CONDORI AMANQUI

ERNESTO WALTER TICONA HUANCA

PARA OPTAR EL TITULO

PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE SISTEMAS

APROBADO POR:

PRESIDENTE : _____
ING. DANIEL YUCRA SOTOMAYOR

PRIMER MIEMBRO : _____
ING. ANTONIO ARROYO PAZ

SEGUNDO MIEMBRO : _____
ING. ALCIDES VELASQUEZ ARI

JULIACA - PERU

2001

DEDICATORIA

AGRADEZCO A DIOS,

A MIS PADRES:

TEODOCIO Y JOAQUINA

Y SERES QUERIDOS

por el apoyo constante
y aliento permanente,
por el sacrificio de
ellos por verme hecho
Profesional.

DEDICATORIA

A DIOS,

A MI QUERIDO PADRE:

JUAN TICONA CHIPANA,

A MI QUERIDA MADRE:

FLORA HUANCA

Y TODA MI FAMILIA.

Quienes todos juntos han
hecho posible realizarme
como Profesional.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestra mayor gratitud a los profesionales que han facilitado el camino para la realización de esta Tesis.

Al Ing. Daniel Yucra Sotomayor, y al Ing. Antonio Arroyo Paz, por su apoyo constante como expertos en redes.

Al Ing. Alcides Velasquez Ari, por su desmedido apoyo en estructurar la Tesis.

Al Dr. Luis Alberto Alfaro Casas, Ing. Abraham P. Nuñez Osorio, Ing. Victor Pando Beltran, que son investigadores en las ciencias de la inteligencia artificial y los sistemas expertos.

A la facultad de ingenierías y ciencias puras, carrera académico profesional de ingeniería de sistemas de la UANCV Juliaca, en particular a los docentes por haber impartido sus conocimientos, agradecer a nuestros amigos que han contribuido todos los días en nuestro aprendizaje, a todos ellos nuestra más profunda gratitud para siempre.

Los Autores.

INDICE

CAPITULO I

| | |
|---|----------|
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.2 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.3 OBJETIVOS | 2 |
| 1.3.1 Objetivo general | 2 |
| 1.3.2 Objetivos específicos | 3 |
| 1.4 HIPÓTESIS | 3 |
| 1.5 VARIABLES DE ESTUDIO | 4 |
| 1.5.1 Variable independiente | 4 |
| 1.5.2 Variable dependiente | 4 |
| 1.5.3 Indicadores | 4 |

CAPITULO II

| | |
|---|----------|
| MARCO TEORICO REFERENCIAL | 5 |
| 2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO | 5 |
| 2.2 INTELIGENCIA ARTIFICIAL | 6 |
| 2.2.1 Definición | 6 |
| 2.2.2 Las áreas relacionadas con la inteligencia artificial | 6 |
| 2.3 REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO | 7 |
| 2.3.1 Métodos de representación del conocimiento | 8 |
| 2.3.2 Las redes semánticas | 9 |
| a) Los árboles de decisión | 10 |
| b) Las reglas de producción | 11 |
| 2.3.3 Las inferencias | 13 |

| | | |
|-------|---|----|
| a) | La inferencia con reglas: el forward chaining (dirigido con los datos) | 14 |
| b) | Aproximación para controlar la máquina de inferencia en los sistemas basados en reglas: el forward chaining | 16 |
| 2.4 | SISTEMAS EXPERTOS | 17 |
| 2.4.1 | Definición de un sistema experto | 17 |
| a) | Características de un sistema experto ideal ... | 18 |
| 2.4.2 | La arquitectura de los sistemas expertos | 18 |
| a) | Base de conocimientos | 20 |
| b) | Motor de inferencia | 20 |
| c) | Modulo explicativo | 20 |
| d) | La interfaz con el usuario | 20 |
| e) | Modulo de adquisición del conocimiento | 21 |
| 2.4.3 | El elemento humano en los sistemas expertos | 21 |
| a) | El experto | 21 |
| b) | El ingeniero del conocimiento | 22 |
| c) | El usuario | 22 |
| 2.4.4 | Ingeniería del conocimiento | 22 |

CAPITULO III

| | |
|--|-----------|
| MATERIALES Y METODOS | 23 |
| 3.1 PLANTEAMIENTO METODOLOGICO | 23 |
| 3.2 TIPO DE ESTUDIO | 23 |
| 3.3 POBLACION | 24 |
| 3.4 MUESTRA | 25 |
| 3.5 TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS | 28 |
| 3.5.1 Observación | 29 |
| 3.5.2 Encuesta | 29 |

| | |
|---|----|
| 3.5.3 Técnica documental | 29 |
| 3.6 METODOLOGIA DEL DESARROLLO DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA EXPERTO ⁽²⁾ | 30 |
| 3.7 MODELO LINEAL DEL CICLO DE VIDA PARA DESARROLLAR SISTEMAS EXPERTOS, DE LA METODOLOGIA DE INGENIERIA DE SOFTWARE ⁽²⁾ .. | 32 |
| 3.7.1 Planeación | 33 |
| 3.7.2 Definición de conocimiento | 34 |
| 3.7.3 Diseño del conocimiento | 34 |
| 3.7.4 Código y comprobación | 34 |
| 3.7.5 Verificación del conocimiento | 35 |
| 3.7.6 Evaluación del sistema | 35 |

CAPITULO IV

| | |
|---|-----------|
| ANALISIS Y DESARROLLO DEL PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO | 36 |
| 4.1 EXPOSICION DE MOTIVOS | 36 |
| 4.2 LAS REDES LAN EN JULIACA | 38 |
| 4.3 LA ESTANDARIZACION DE LAS REDES | 38 |
| 4.4 EL MODELO OSI DE ISO | 38 |
| 4.5 LA ARQUITECTURA DE LAS REDES LAN | 39 |
| 4.5.1 Arquitectura ethernet | 39 |
| 4.6 EL ESTÁNDAR DE VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN ETHERNET | 40 |
| 4.6.1 Estándar 10 BaseT | 40 |
| 4.6.2 Estándar 100 BaseX fast ethernet | 41 |
| 4.7 EL ESTÁNDAR 568 DE CABLEADO DE IEA/TIA | 41 |
| 4.8 EL ESTÁNDAR DE COMUNICACIÓN TCP/IP | 41 |
| 4.9 ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE LAS FALLAS EN UNA RED LAN. | 42 |
| 4.9.1 Las fallas en el hardware de conectividad | 43 |

| | |
|--|-----------|
| a) El cableado | 43 |
| b) El concentrador | 44 |
| 4.9.2 Las fallas en el hardware de interfaz | 44 |
| 4.9.3 Las Fallas en el software de comunicaciones | 45 |
| a) Protocolo TCP/IP | 45 |
| b) Adaptador de la NIC | 46 |
| 4.9.4 Las fallas en la operación del usuario | 47 |
| 4.10 DESARROLLO DEL MODELO LINEAL DE CICLO DE VIDA PARA EL PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO..... | 47 |
| 4.10.1 Planeación de las fases de la etapa | 48 |
| 4.10.2 Definición del conocimiento | 53 |
| 4.10.3 Diseño del conocimiento | 60 |
| 4.10.4 Código y verificación | 79 |
| 4.10.5 Verificación del conocimiento | 82 |
| 4.10.6 Evaluación del sistema | 83 |
| 4.11 REQUERIMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO..... | 84 |
| 4.11.1 Hardware | 84 |
| 4.11.2 Software | 84 |
| 4.12 COSTO DEL PROTOTIPO DE DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN DE FALLAS EN UNA RED LAN | 84 |
| CONCLUSIONES | 86 |
| RECOMENDACIONES | 88 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 90 |

RESUMEN

La información hoy en día es tan importante en todas las organizaciones y las redes LAN permiten compartir información y recursos entre todos los usuarios, por ello es necesario desarrollar un software sistema experto que ayude a solucionar las fallas de una red LAN.

Este proyecto de tesis, denominado "PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE FALLAS DE UNA RED DE AREA LOCAL". Diagnóstica las fallas de hardware de conectividad, fallas de hardware de interfaz, fallas de software de comunicaciones y fallas de usuario, y de acuerdo al tipo de fallo encontrado el sistema experto nos mostrara un solución.

Para el desarrollo del prototipo utilizamos la metodología lineal de la ingeniería de software aplicada a los sistemas expertos, ya que esta es la única que cumple con las normas comercial, industrial y de gobierno, para desarrollar software de calidad, debido a que los sistemas expertos deben proporcionar experiencia en situaciones de alto desempeño.

En este proyecto abstraemos el conocimiento del especialista - experto en redes mediante preguntas y lo procesamos en lenguaje natural, y luego utilizando grafos la representamos en una red de conocimiento, se formuló las reglas de producción, El proceso de razonamiento que se utilizó esta basado en los datos (forward chaining) en el motor de inferencia y la implementamos en el lenguaje de programación de inteligencia artificial Visual Prolog 5.2, y en la cual se diseña nuestra interfaz muy amigable con la ayuda de usuarios y administradores de redes, incluyendo un módulo explicativo, tipo tutor para que cualquier persona con conocimientos básicos pueda utilizar este prototipo.

INTRODUCCION

Las redes hoy en día constituyen un recurso importante como soporte logístico sea cual fuere su área de servicio (cabinas, empresas, instituciones, etc.) y estas enfrentan problemas en el hardware de conectividad, hardware de interfaz, software de comunicaciones y usuarios, para esto necesitan un especialista en redes y muchas veces las empresas no lo tienen, por tal razón es importante tener un sistema experto para ayudar a solucionar las fallas que se presenten durante el uso de la red LAN.

El presente proyecto de tesis basado en la ciencia de la inteligencia artificial en el área de los sistemas expertos, abstrae el conocimiento del especialista de redes, almacenándolo en una base conocimientos y utilizando el método inferencia basada en datos encuentra una solución a una falla que ocurra en una red de área local.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA

Las redes LAN, están en crecimiento vertiginoso, las mismas que afrontan fallas después de su implementación, por tal razón no logran estabilizarse, lo cual nos conduce a las siguientes interrogantes:

- ¿Por qué falla el hardware de conectividad?.
- ¿Por qué falla el hardware de interfaz?.
- ¿Por qué falla el software de comunicaciones?.
- ¿Por qué falla las operaciones del usuario?.

1.2 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

El recurso de información hoy en día es tan importante en las empresas y/o organizaciones actuales y las redes

permiten compartir datos y recursos entre todos los usuarios de la red LAN, por tal razón se necesita un software de sistema experto que pueda ayudar a solucionar las fallas de una red de área local, habiéndose detectado que: *"No existen sistemas expertos para el diagnóstico y solución de fallas de una red de área local"*

Se tiene que enfrentar los problemas que se suscitan en su operación y administración, con la necesidad de recurrir a personal técnico calificado que son escasos y que no brindan soporte en el momento exacto y adecuado que la empresa lo requiere.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar un prototipo de sistema experto para diagnosticar y solucionar las fallas de una red de área local.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar y emplear principios, métodos y herramientas de la inteligencia artificial en el área de los sistemas expertos utilizando la programación lógica.
- Solución de fallas de hardware de conectividad (cableado y concentrador).
- Solución de fallas de hardware de interfaz (tarjeta de red).
- Solución de fallas de software de comunicaciones (protocolo TCP/IP, driver de la NIC).
- Solución de mala operación del usuario (Digitación).

1.4 HIPÓTESIS

Es posible que un sistema experto, tenga la capacidad de diagnosticar las fallas de una red de área local y ser confiable en las recomendaciones que dé para la solución de los problemas técnicos que se puedan presentar.

1.5 VARIABLES DE ESTUDIO

1.5.1 Variable independiente

Diagnóstico de fallas por:

- Cableado.
- Concentrador.
- Tarjeta de red.
- Adaptador de la tarjeta.
- Protocolo TCP/IP.
- Usuario.

1.5.2 Variable dependiente

Prototipo de sistema experto.

1.5.3 Indicadores

- Hardware de conectividad.
- Hardware de interfaz
- Software de comunicaciones.
- Usuarios.

CAPITULO II

MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Desde que se inició el desarrollo de sistemas expertos en los años cincuenta existen muchos trabajos orientados a áreas de medicina, ingeniería electrónica, computación y existen aplicaciones con similitud a nuestro proyecto "Prototipo de sistema experto para el diagnóstico de fallas de una red de área local".

Tabla 2.1
Ejemplos de aplicaciones de sistemas expertos⁽²⁾.

| NOMBRE | SISTEMAS DE COMPUTACION |
|---------|---|
| PTRANS | PROGNOSIS PARA MANTENIMIENTO DE COMPUTADORES DEC. |
| BDS | DIAGNOSTICO DE PARTES MALAS EN CABLEADO DE REDES |
| XCON | CONFIGURA SISTEMAS DE COMPUTADORES DEC. |
| XSEL | CONFIGURA COMPUTADORES DEC SEGÚN ORDEN DE VENTA. |
| XSITE | CONFIGURA AMBIENTES DE CLIENTES PARA COMP. DEC. |
| YES/MVS | COTROL DE SIST. OPERATIVOS DE MONITORES IBM MVS. |
| TIMM | DIAGNOSTICO DE COMPUTADORES DEC. |

2.2 INTELIGENCIA ARTIFICIAL

2.2.1 Definición

La inteligencia artificial es parte de las ciencias de la computación interesada en el diseño e implementación de programas que simulen la inteligencia humana, es decir simulan aquellas tareas que envuelven habilidades mentales tales como entendimiento del lenguaje natural, percepción visual, reconocimiento y síntesis de voz, aprendizaje, razonamiento, reducción de problemas, etc.⁽⁷⁾

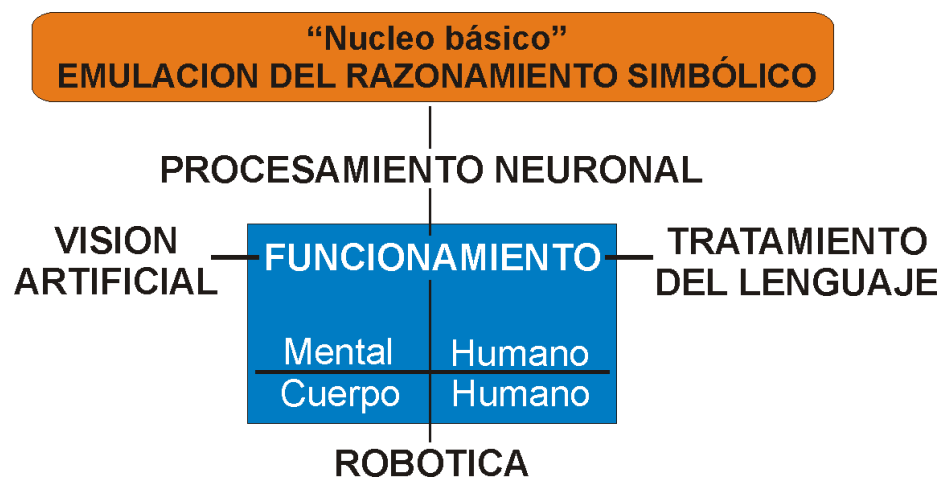
2.2.2 Las áreas relacionadas con la inteligencia artificial

El desarrollo de máquinas que exhiban características inteligentes involucra muchas ciencias y tecnologías. Una clasificación práctica de la inteligencia artificial en relación con las disciplinas que interactúan se presenta al considerar las salidas o áreas aplicadas⁽⁴⁾.

Las principales áreas incluyen: sistemas expertos, redes neuronales artificiales, procesamiento de lenguaje natural, entendimiento de la voz, robótica y sistemas sensoriales, reconocimiento de escenas y patrones, instrucciones inteligentes asistidas por computadora, lógica difusa, etc.⁽⁶⁾

Figura 2.1

Áreas de la inteligencia artificial⁽¹⁾.



2.3 REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO

Para el procesamiento y la manipulación del conocimiento en sistemas expertos es necesario formalizar y estructurar dicho conocimiento. En su mayor parte, se dispone del conocimiento a través de entrevistas con los

expertos en forma de descripciones de casos o en partes de su actividad.

Los métodos formales de representación del conocimiento son distintos aspectos de la lógica; por ejemplo, lógica de predicados, lógica modal, lógica multivaluada y lógica difusa.

Para ello se han desarrollado procedimientos de presentación del conocimiento que pueden ofrecer apoyo eficiente a la estructuración y al procesamiento del saber⁽⁵⁾.

2.3.1 Métodos de representación del conocimiento

Conocimiento almacenado de los expertos y otras fuentes debe ser organizado de tal manera que el programa de inferencias de la computadora pueda acceder a este conocimiento siempre que necesite obtener conclusiones. Existen muchos métodos para representación del conocimiento en inteligencia artificial. Muchos de estos son representaciones pictóricas⁽⁷⁾ los beneficios de las representaciones pictóricas son:

- Validez con un medio de comunicación uniforme entre desarrolladores y usuarios.
- Sistema de prueba y depuración lógica, debido al claro diseño y documentación.
- Metodología que llenan la documentación y confirman la calidad de las revisiones con los usuarios.
- Exactitud de las soluciones por medio de la documentación y por las pruebas lógicas.
- Sencillo mantenimiento debido al mínimo esfuerzo requerido para entender e interpretar el código de otra persona.
- Productividad en la distribución, usando una comunicación y documentación uniforme.
- Fácil codificación del sistema a la estructura elegida.

2.3.2 Las redes semánticas

Son una representación gráfica de los vínculos entre los elementos de un dominio, donde el significado de un concepto depende del modo en que se

encuentre conectado con otros conceptos. Los componentes básicos de una red semántica son los nodos y los enlaces (arcos ó ligas). Los nodos se usan para mostrar elementos del dominio. Se representan gráficamente como rectángulos y son rotulados (etiquetados) con los nombres de los elementos representados. Los enlaces representan relaciones entre los elementos. Un enlace se muestra como un vector desde un nodo a otro nodo; se rotula con el nombre de las relaciones representadas⁽⁷⁾.

a) Los árboles de decisión

Es una representación, o sea, un árbol semántico en el que:

- Cada nodo está conectado con un conjunto de repuestas posibles.
- Cada nodo que no sea hoja está conectado con una prueba que divide su conjunto de respuestas posibles en sub-conjuntos respectivos a varios resultados de pruebas.
- Cada rama lleva un sub-conjunto particular de resultados de prueba a otro nodo.

En muchas ocasiones es similar a una red semántica jerárquica limitada por una serie de reglas, que ajusta estrategias de búsqueda con relaciones del conocimiento. La mayor ventaja de estos árboles es que pueden reducir el proceso de adquisición del conocimiento, y se pueden convertir sencillamente en reglas de producción⁽⁷⁾.

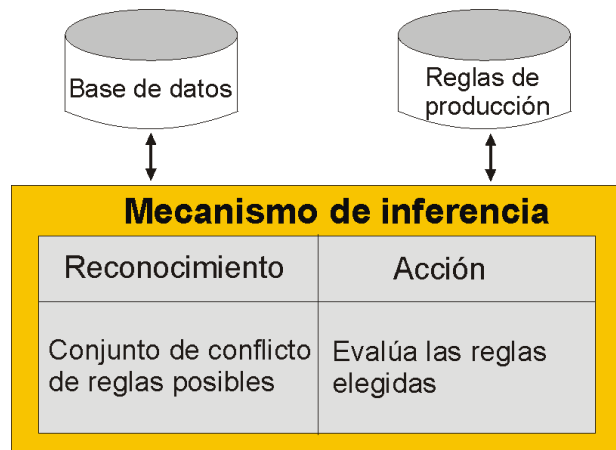
b) Las reglas de producción

Los sistemas de producción son bosquejos de representación del conocimiento en forma modular, es decir que el conocimiento es presentado como reglas de producción en la forma de **duplas de condición-acción**⁽⁷⁾.

Cada regla de producción en la base del conocimiento crea un fragmento automático de experiencia para que sea desarrollado y modificado aparte de otras reglas.

Figura 2.2

Arquitectura de un sistema de producción.



Cuando las combinamos y las introducimos a una máquina de inferencias, el conjunto de reglas logra un comportamiento sinérgico, brindando mayores resultados que la suma de las soluciones de cada una de las reglas. En la realidad las reglas de la base de conocimientos son dependientes, por lo que a medida que la base de conocimientos aumenta, las reglas se convierten más en interdependientes. Las reglas no son sólo un formalismo que representa el conocimiento en la computadora, sino también un modelo de su comportamiento actual.

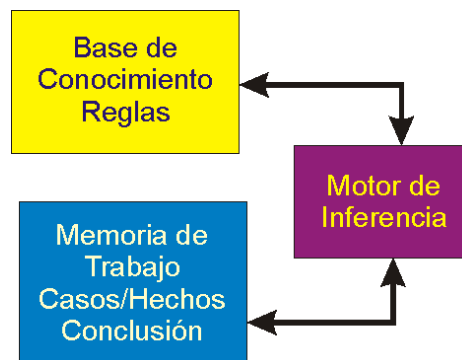
2.3.3 Las inferencias

Es "El proceso de uso de un sistema experto para validar una nueva información que empieza de una información conocida". Cuando la base de conocimientos se completa está lista para usarse, pero requerimos de un programa que nos capacite para procesar el conocimiento (realizar inferencias y tomar decisiones) y como resultado, solucionar problemas⁽⁷⁾.

Este programa es un algoritmo que regula algún proceso de razonamiento y generalmente es llamado: la máquina de inferencias, programa de control o interpretador de reglas.

Figura 2.3

Modelo del motor de inferencia.



El programa de control guía la búsqueda en la base de conocimientos, decidiendo que regla se debe investigar y que atributo reconocer. El procedimiento involucra el uso de la inferencia en reglas (reconocimiento de patrones). Los programas de control más populares son: el backward chaining (dirigido con la meta) y el forward chaining (dirigido con los datos).

**a) La inferencia con reglas: el forward chaining
(dirigido con los datos)**

Ejemplo:

Regla #1:

IF (Sí) una guerra internacional empieza,
THEN (entonces) el precio del petróleo sube.

Asumiendo que un sistema experto sabe que una guerra internacional acaba de empezar, esta información es almacenada en la parte de las afirmaciones de la base de conocimiento, lo que significa que la premisa de la regla #1 (la parte del if) es verdadera. Esto conlleva que la parte

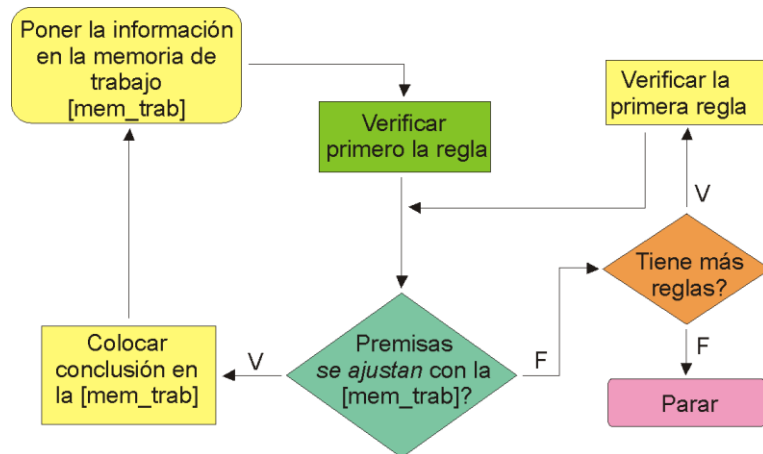
de las conclusiones se evalúen igualmente en verdadero. Entonces la regla #1 se dispara, es decir, que todas las partes de la regla son satisfechas (ya sea en verdadero o en falso).

El comprobar las premisas de una regla o su conclusión puede ser tan sencillo como un reconocimiento de patrones simbólicos contra un patrón similar en la base de aseveraciones. A esta actividad se le llama: *reconocimiento de patrones*.

Cada regla en la base de conocimientos se puede verificar para ver si sus premisas o conclusión pueden ser satisfechas por aseveraciones hechas anteriormente. Este procedimiento puede ser en dos direcciones, hacia adelante o hacia atrás y seguirá de esta forma hasta que no exista la posibilidad de disparar más reglas o que se llegue a una conclusión.

Figura 2.4

Inferencia: Forward chaining



b) Aproximación para controlar la máquina de inferencia en los sistemas basados en reglas: el forward chaining

Se puede comprender mejor con un ejemplo como el siguiente: si tenemos que volar desde Sonora hasta Mérida y no existen vuelos directos, debemos encontrar una ruta con vuelos de escalas que comiencen en Sonora y terminen en Mérida⁽⁶⁾. Existen dos formas básicas para lograr esto:

- Comenzar con todos los vuelos que salen de Sonora y ver sus destinos (ciudades intermedias). Después localizar todos los

vuelos que salen de cada una de esas ciudades intermedias y encontrar en donde aterrizarán; esto continúa hasta encontrar a Mérida. En este caso, se está trabajando hacia adelante desde Sonora hasta llegar a la meta. Este proceso de búsqueda es el forward chaining (dirigido con los datos). Este ejemplo muestra la importancia de las heurísticas en el proceso de búsqueda. Se pueden incluir heurísticas en el backward y forward chaining para mejorar la búsqueda. La palabra *chaining* significa: *las ligas del conjunto de reglas pertinentes*.

2.4 SISTEMAS EXPERTOS

2.4.1 Definición de un sistema experto

"Un programa de computación inteligente que usa el conocimiento y los procedimientos de inferencia para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir significativa experiencia humana para su solución" (feigenbaum 82). Es decir, un sistema experto es un sistema de computo

que **emula** la habilidad de tomar decisiones de un especialista humano⁽²⁾.

a) Características de un sistema experto ideal

- Extenso conocimiento específico a partir del campo de interés.
- Empleo de técnicas de búsqueda.
- Soporte para análisis heurístico.
- Capacidad para inferir nuevos conocimientos a partir los ya existentes.
- Procesamiento de símbolos.
- Facultad para explicar su propio razonamiento.

2.4.2 La arquitectura de los sistemas expertos

El principio fundamental en el diseño de los sistemas expertos, fue dilucidado hacia 1547, cuando Francis Bacon escribió, "el conocimiento es poder"⁽⁷⁾.

Los sistemas expertos están formados de dos partes esenciales.

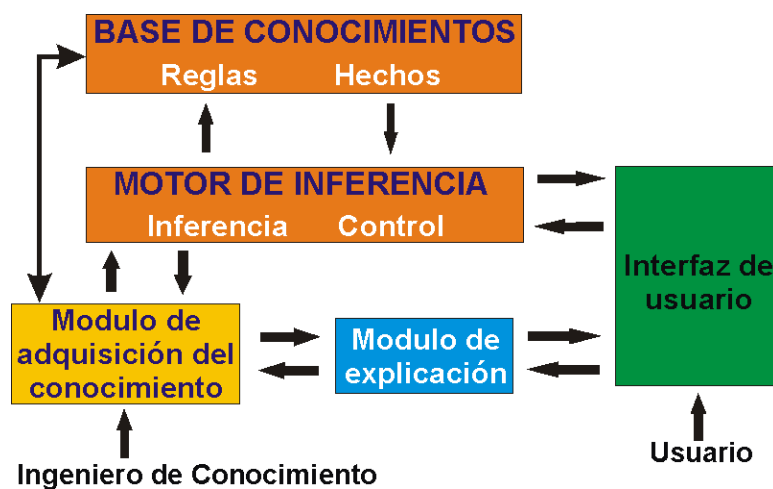
El ambiente de desarrollo. Es empleado por el programador de sistema experto para construir los componentes e introducir conocimientos a las bases de conocimiento.

El ambiente de consulta. Es utilizado por el usuario no experto para tener conocimiento, consejos y/o experiencia.

Los sistemas expertos utilizan una amplia variedad de arquitecturas específicas en sus sistemas⁽⁵⁾.

Figura 2.5

La arquitectura típica de un sistema experto.



a) Base de conocimientos

Contiene el conocimiento de los hechos y de las experiencias de los expertos en un dominio determinado.

b) Motor de inferencia

Puede simular la estrategia de solución de un experto.

c) Modulo explicativo

Explica al usuario la estrategia de solución encontrada y el porqué de las decisiones tomadas.

d) La interfaz con el usuario

Sirve para que éste pueda realizar una consulta en lenguaje lo más natural posible.

e) Modulo de adquisición del conocimiento

Ofrece ayuda a la estructuración e implementación del conocimiento en la base de conocimientos.

2.4.3 El elemento humano en los sistemas expertos

Por lo menos dos personas cooperan en el desarrollo y uso de un sistema experto: El experto y el usuario, aunque generalmente tendremos al ingeniero en conocimiento y al programador del sistema.

a) El experto

Es la persona con experiencia en el dominio por sus conocimientos y la capacidad para aplicarlos dando consejos y/o solucionando problemas. El experto conoce los hechos que son importantes y las relaciones entre ellos.

b) El ingeniero del conocimiento

Que plantea las preguntas al experto, estructura sus conocimientos y los implementa en la base de conocimientos^(6,7).

c) El usuario

Que aporta sus deseos y sus ideas, determinado especialmente el escenario en el que debe aplicarse el sistema experto.

2.4.4 Ingeniería del conocimiento

La ingeniería de conocimiento trabaja con la adquisición del conocimiento, su representación, su validación, su inferencia, su explicación y su mantenimiento. La principal meta de la ingeniería de conocimiento es crear programas de naturaleza modular, para poder añadir módulos sin influir en los que ya laboran⁽⁷⁾.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

La metodología que se usa en el presente proyecto es la *investigación descriptiva y aplicada*.

3.2 TIPO DE ESTUDIO

Por su Método de Investigación Documental y Campo (Teórica y Práctica):

Cuyo método de investigación se concentró en la recopilación de información en forma documental de sistemas expertos y redes de área local (LAN), respectivamente la recopilación de información se realizó enmarcado dentro del ambiente de redes LAN, cabinas de internet, redes de instituciones, etc., en el que se presentó un fenómeno o

hecho que lo estudiamos (Problemas de hardware y software de la red LAN) que son las fallas hardware y software de la red LAN, durante su utilización y en el análisis de información se utilizó métodos y técnicas de la ingeniería de software.

Por su Tratamiento del Tema:

El Tema: "Prototipo de sistema experto para el diagnostico de fallas de una red de área local", cuyo diseño, planteamiento de estudio y realización de la investigación incluyeron tópicos y temas derivados de la hipótesis que se llegó a comprobar dentro de un ambiente práctico de la administración de una red LAN.

3.3 POBLACION

En relación con la población de estudio, está constituida por el 100% de redes LAN que operan en la ciudad de Juliaca, lo que significa veintiún (21) redes de área local que agrupa a cabinas de internet, redes de empresas privadas, instituciones publicas y educativas.

Tabla No. 3.1

Juliaca: Población de estudio del trabajo de investigación de las fallas de las redes LAN

| No. | REDES POR AREA DE TRABAJO | TOTAL |
|-----|---------------------------|-----------|
| 1 | Instituciones privadas | 05 |
| 2 | Instituciones públicas | 02 |
| 3 | Instituciones educativas | 07 |
| 4 | Cabinas de internet | 07 |
| | TOTAL REDES LAN | 21 |

FUENTE: En base al sondeo realizado al área urbana de la ciudad de Juliaca.

Por otro lado se ha considerado a los administradores, técnicos y supervisores como las personas que tienen conocimientos básicos en redes, también a los usuarios como las personas que utilizan los terminales, quienes tienen que enfrentar cualquier falla en una red de área local.

3.4 MUESTRA

El método para estimar el tamaño de la muestra cuando se requiere estimar la proporción de una población de redes LAN, es cuando se aprovecha el hecho de que la mitad del intervalo deseado, d , se puede igualar al producto del coeficiente de confiabilidad y el error estándar.

Si se supone que el muestreo ha sido hecho de manera aleatoria y que existen condiciones que garanticen que la distribución de \hat{p} sea aproximadamente normal se obtiene la siguiente formula para n cuando el muestreo es con reemplazo, cuando se realiza a partir de una población infinita o cuando la población muestreada es lo suficientemente grande como para hacer innecesario el uso de la corrección para población finita.

$$n = \frac{z^2 pq}{d^2} \quad (3.1)$$

Donde: $q = 1 - p$

Si la corrección para población infinita no puede pasarse por alto, la fórmula para n es:

$$n = \frac{Nz^2 pq}{d^2 (N - 1) + z^2 pq} \quad (3.2)$$

Cuando N es grande en comparación con n (es decir, $n/N \leq 0.05$) se puede pasar por alto la corrección para población finita y la ecuación 3.2 se reduce a la ecuación 3.1.

Como puede observarse, ambas fórmulas requieren que se conozca p , que es la proporción de población que posee la característica de interés.

Obviamente, dado que éste es el parámetro que se desea estimar, será desconocido. Una solución para este problema consiste en tomar una muestra piloto y calcular una estimación para utilizarla en lugar de p dentro de la fórmula para n . Por ejemplo, si se desea estimar la proporción de alguna población que presente una cierta condición, es posible que se crea que la proporción real no puede ser mayor que, digamos 30. Se sustituye entonces p por 0.30 en la fórmula para n . Si es imposible obtener una mejor estimación, se puede igualar p a 0.5 y resolver para n . Dado que $p = 0.5$ en la fórmula proporciona el máximo valor de n , este procedimiento dará una muestra lo suficientemente grande para alcanzar la confiabilidad y la dimensión del intervalo deseado.

Se planteó realizar una encuesta a los administradores, técnicos y supervisores, que son los expertos en redes y a la vez a los usuarios que utilizan dichas redes, para determinar que proporción de redes LAN tenemos:

| | |
|---|------------|
| Redes LAN en la ciudad de Juliaca: | $N = 21$ |
| Proporción estimada de aciertos ó éxitos: | $p = 95\%$ |
| Aceptabilidad de error: | $d = 0.05$ |
| Proporción estimada de fracasos ó errores: | $q = 0.05$ |
| Limite o nivel de confianza (tabla de áreas): | $z = 1.96$ |

¿De qué tamaño se debe seleccionar la muestra de redes LAN?

solución : (aplicando la fórmula 3.2)

$$n = \frac{21 * 1.96^2 * 0.95 * 0.05}{[0.05^2 * (21 - 1)] + [1.96^2 * 0.95 * 0.05]}$$

$$n = 16.48$$

Por lo tanto la muestra es de 16 redes LAN.

3.5 TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS

Siguiendo los pasos de una investigación científica aplicada, precisamos encontrar los medios de recolección de información para luego procesarlas, analizarlas y posteriormente extraer las conclusiones sobre la base de la información recolectada, aplicando las técnicas e instrumentos pertinentes como la observación, la encuesta, revisión documental y técnicas estadísticas.

3.5.1 Observación

Previa la observación participativa detectamos y obtuvimos información sobre las fallas que ocurren en una red LAN, como en el hardware de conectividad, hardware de interfaz, software de comunicaciones, fallas de los usuarios.

3.5.2 Encuesta

Con el propósito de conocer la opinión de los administradores de redes, usuarios, sobre la posibilidad de implementar un sistema experto para solucionar los problemas que ocurren, se procedió a aplicar la técnica de la encuesta a la muestra seleccionada en forma estratificada.

3.5.3 Técnica documental

A fin de establecer el sustento teórico de la presente investigación se procedió a desarrollar la revisión bibliográfica de la literatura relacionada con el problema de estudio, como es sistemas expertos, manuales y su relación con las redes LAN.

3.6 METODOLOGIA DEL DESARROLLO DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA EXPERTO⁽²⁾

La metodología aceptada para el desarrollo de software de calidad de acuerdo con las normas comercial, industrial y de gobierno es la ingeniería de software.

Es importante seguir buenos estándares en el desarrollo de un producto ya que de otra manera no será de buena calidad.

Los sistemas expertos deben considerarse como cualquier otro producto de software; sin embargo, hay una diferencia trascendente entre la misión de los sistemas expertos y los sistemas convencionales.

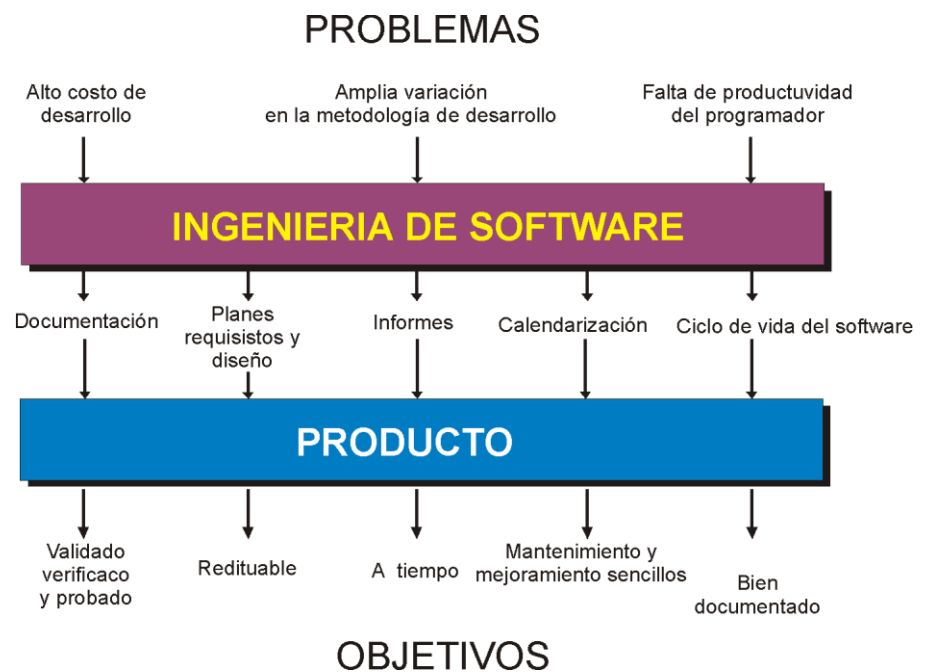
La tecnología de los sistemas expertos tiene la seria misión de proporcionar experiencia en situaciones de alto desempeño y posiblemente arriesgadas, donde la vida humana y la propiedad están en juego, que son aplicaciones de misión crítica mencionadas en los capítulos anteriores.

Los sistemas expertos son sistemas de alto desempeño que deben tener alta calidad o estarán propensos a errores.

Uno de los métodos clave de la ingeniería de software es el ciclo de vida, que es el periodo que empieza con el concepto inicial del software y termina con su retiro de uso. Para este proyecto de prototipo de software utilizamos, el modelo lineal del ciclo de vida para desarrollar sistemas expertos⁽³⁾.

Figura 3.1

Metodología de la ingeniería de software.



3.7 MODELO LINEAL DEL CICLO DE VIDA PARA DESARROLLAR SISTEMAS EXPERTOS, DE LA METODOLOGIA DE INGENIERIA DE SOFTWARE⁽²⁾

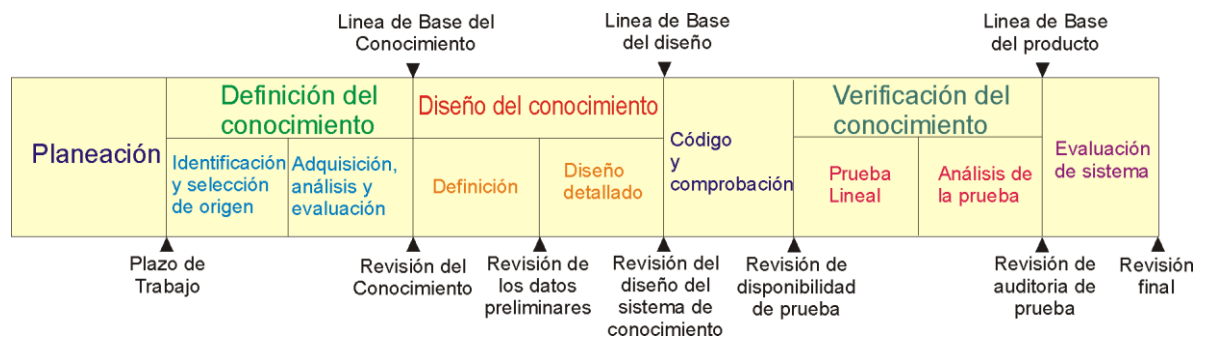
El modelo del ciclo de vida utilizado con éxito en varios proyectos de sistemas expertos es el modelo lineal, ilustrado en la figura 3.2, adaptado de Bochsler (Bochsler 88). Este ciclo de vida está formado por varias etapas, que van de la planeación a la evaluación de sistemas, y describe el desarrollo del sistema hasta el punto en que se evaluarán sus capacidades funcionales. Después de esto, el ciclo de vida repite la misma secuencia de planeación a evaluación hasta que el sistema se distribuye para uso rutinario, en consecuencia se usa para el mantenimiento y la evolución posteriores del sistema. Aunque no se muestra de manera explícita, la verificación y validación proceden en paralelo con las etapas. Más que sólo corregir algunos errores, es importante seguir la misma secuencia de etapas para mantener la calidad del sistema experto, porque saltar etapas o incluso reparar un pequeño error, daña la calidad del sistema completo.

Para pequeños prototipos de investigación que no están orientados al uso general, **no son necesarias todas las tareas e incluso las etapas**. Sin embargo, es asombrosa la

cantidad de software que se desarrolla para uso personal o investigación que se libera a los socios y luego se lanza para uso general⁽³⁾.

Figura 3.2

Modelo lineal del ciclo de vida para desarrollar sistemas expertos.



3.7.1 Planeación

El propósito de la etapa de planeación es producir un plan de trabajo formal para desarrollar el sistema experto. El plan de trabajo es un conjunto de documentos que se utilizará para guiar y evaluar el desarrollo.

3.7.2 Definición de conocimiento

El objeto es definir el conocimiento requerido por el sistema experto y son los siguientes:

- Identificación y selección del origen del conocimiento.
- Adquisición, análisis y extracción del conocimiento.

3.7.3 Diseño del conocimiento

El objetivo de esta etapa es producir el diseño detallado para un sistema experto. Son dos las tareas principales que integran esta etapa:

- Definición del conocimiento.
- Diseño detallado del conocimiento.

3.7.4 Código y comprobación

En esta etapa se termina con la **revisión de disponibilidad de prueba**, se determina si el sistema

experto está listo para la siguiente etapa: verificación del conocimiento.

3.7.5 Verificación del conocimiento

El objetivo de esta etapa consiste en determinar que el sistema sea correcto, esté completo y sea congruente.

Esta etapa se divide en dos tareas principales:

- Pruebas formales
- Análisis de prueba

3.7.6 Evaluación del sistema

La etapa final del ciclo de vida del desarrollo es la **etapa de evaluación del sistema**, el propósito de esta etapa es resumir lo que se ha aprendido con las mejoras y correcciones recomendadas.

CAPITULO IV

ANALISIS Y DESARROLLO DEL PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO

4.1 EXPOSICION DE MOTIVOS

El objetivo es utilizar un sistema experto, para ayudar a solucionar los problemas o fallas que se presenten en una red LAN.

En la ciudad de Juliaca existen empresas, instituciones educativas, instituciones bancarias que tienen redes LAN, y también se observó que estas empresas e instituciones, algunas no cuentan con un administrador o supervisor de la red LAN a tiempo completo que este administrando y supervisando la red de alguna forma, y algunas de estas empresas e instituciones cuentan con un

personal que muchas veces no están lo suficientemente capacitado como para solucionar un problema que se le presenta, en donde el sistema experto encaja, para ayudarlo a solucionar sus problemas.

El otro problema es que en nuestra ciudad los especialistas en redes son escasos, y por esta razón muchas veces las empresas no pueden solucionar sus problemas de redes, estas quedan truncados o paralizados por días y semanas, lo cual para la empresa representa pérdida económica, y en algunas instituciones y empresas grandes puede llegar a representar como pérdida del status, donde se ven afectados la credibilidad, confianza que el cliente deposita en ellos, por lo cual podemos decir que es de vital importancia mantener la estabilidad de la red, a la cual este prototipo de sistema experto le ayudará.

Se recurre al sistema experto debido a que los problemas o fallas que se presenten pueden ser múltiples y complejas, porque pueden presentarse fallas en la parte de hardware de conectividad, hardware de interfaz, software de comunicaciones o hasta en la operación del mismo usuario.

4.2 LAS REDES LAN EN JULIACA

Una red es una interconexión de dos o más computadoras con el propósito de compartir recursos e información. Las redes están ubicadas en nuestro medio en las empresas, bancos, instituciones educativas, cabinas de internet, etc.

4.3 LA ESTANDARIZACION DE LAS REDES

Los estándares permiten que diferentes computadoras puedan comunicarse. Los estándares internacionales son productos de la ISO (Organización Internacional de Estándares), la ISO emite estándares. Otro protagonista importante en el mundo de los estándares es el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).

4.4 EL MODELO OSI DE ISO

OSI es el *Open Systems Interconnection Reference Model*. Tiene siete niveles. En realidad no es una arquitectura particular sino un modelo referencial para la construcción de estándares de comunicación, como el estándar TCP/IP.

Figura 4.1

Estructura del modelo OSI



4.5 LA ARQUITECTURA DE LAS REDES LAN

La arquitectura en las redes viene a ser la combinación de estándares, topologías y protocolos para producir una red de trabajo.

En la ciudad de Juliaca, se encontró la arquitectura ethernet.

4.5.1 Arquitectura ethernet

Ethernet es actualmente la arquitectura más popular de red, esta arquitectura de banda base usa una topología bus, usualmente transmite a 10 Mbps, y se apoya en el protocolo CSMA/CD para regular el

tráfico en el segmento principal, en el cuadro mostramos las características de ethernet.

Tabla 4.2
Características ethernet.

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Topología tradicional. | Bus lineal. |
| Otras topologías. | Bus estrella. |
| Tipo de Arquitectura. | Banda base. |
| Método de Acceso. | CSMA/CD. |
| Especificaciones. | IEEE 802.3. |
| Velocidad de Transferencia. | 10 Mbps ó 100 Mbps. |
| Tipos de cable. | Thicknet, thinnet, UTP. |

4.6 EL ESTÁNDAR DE VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN ETHERNET

4.6.1 Estándar 10 BaseT

El comité IEEE publicó la especificación 802.3, para correr ethernet sobre cables par trenzado, el 10 BaseT tiene una velocidad de transmisión de 10 Mbps de banda base, la longitud máxima de un segmento 10 BaseT es de 100 metros, los repetidores pueden ser usados para ampliar la longitud máxima del cable.

4.6.2 Estándar 100 BaseX fast ethernet

Este estándar se ejecuta en el cable data grade de la categoría 5 de UTP y utiliza CSMA/CD en una topología bus tipo estrella, similar a 10 BaseT, donde todos los cables son adheridos al concentrador.

4.7 EL ESTÁNDAR 568 DE CABLEADO DE IEA/TIA

El cable UTP especificado por la Asociación de Industrias Electrónicas y la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones, este estándar es aplicable a las redes LAN, las categorías 3 y 5 de UTP se utilizan en las redes ethernet en la ciudad de Juliaca.

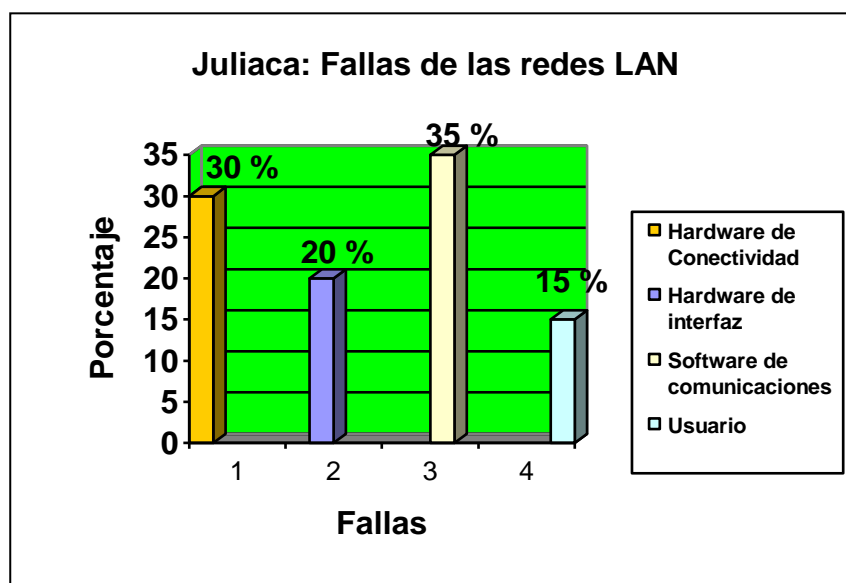
4.8 EL ESTÁNDAR DE COMUNICACIÓN TCP/IP

El protocolo de control de transmisión/protocolo de internet, es un estándar debido a que nos permite comunicar diversas arquitecturas de computadoras y redes. Este estándar de protocolo TCP/IP es muy usado por las redes de la ciudad de Juliaca.

4.9 ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE LAS FALLAS EN UNA RED LAN

Los problemas ó fallas en una red LAN, en arquitectura ethernet en la ciudad de Juliaca, que determinamos mediante la encuesta sobre fallas que se presentan en las redes LAN, realizada en las diferentes empresas públicas y privadas, así como también a centros educativos de nivel primario, secundario, superior, cabinas de internet de nuestra ciudad de Juliaca y obtuvimos los siguientes resultados que mostramos en cuadros estadísticos:

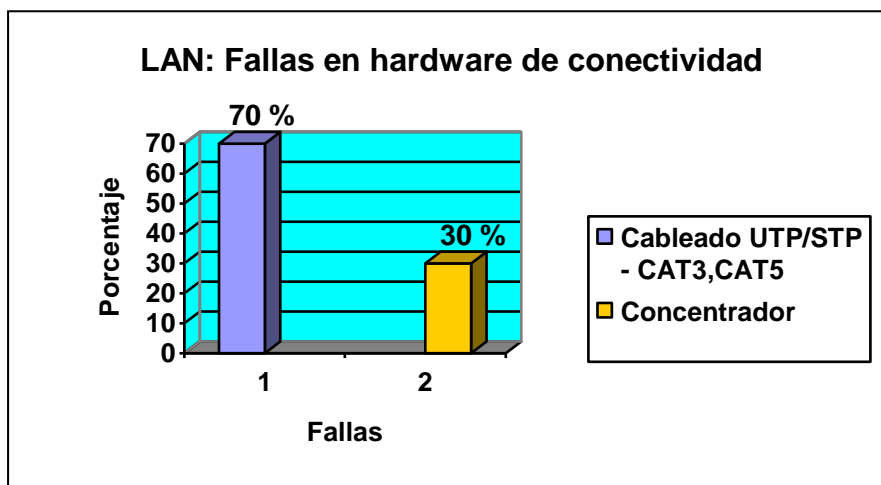
Cuadro No. 4.1



FUENTE: En base a datos obtenidos de la encuesta realizada en las redes LAN de la ciudad de Juliaca.

4.9.1 Las fallas en el hardware de conectividad

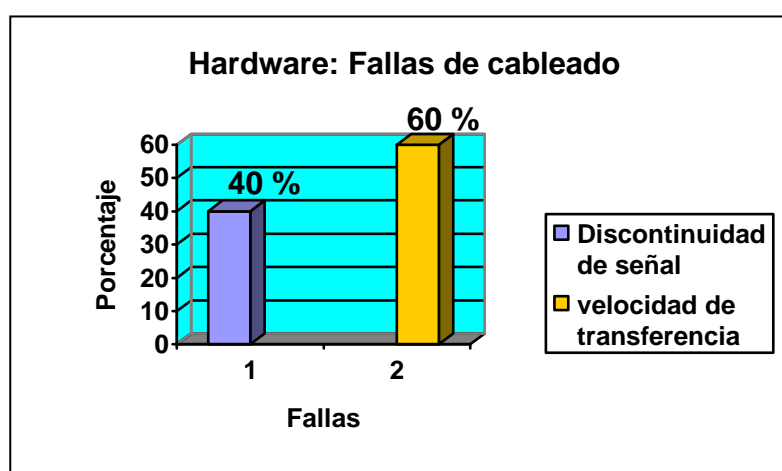
CUADRO No. 4.2



FUENTE: En base a datos obtenidos de la encuesta realizada en las redes LAN de la ciudad de Juliaca.

a) El cableado

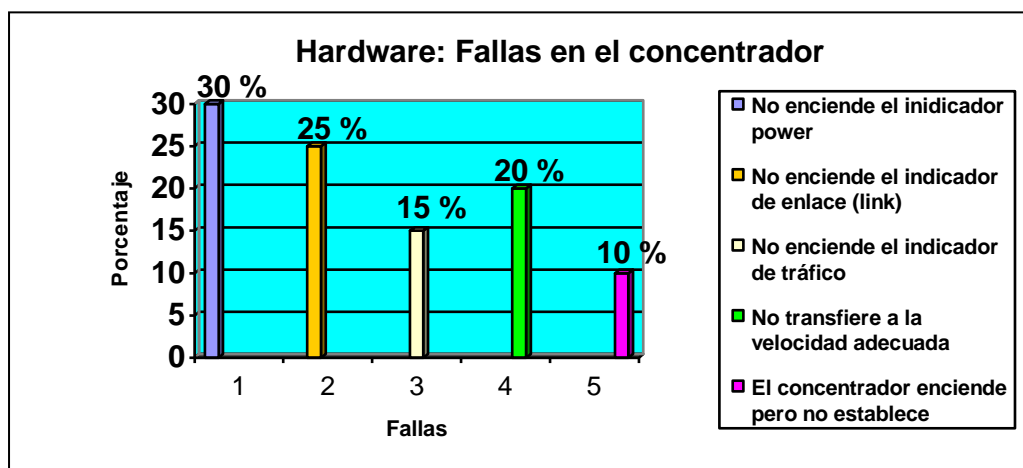
CUADRO No. 4.3



FUENTE: En base a datos obtenidos de la encuesta realizada en las redes LAN de la ciudad de Juliaca.

b) El concentrador

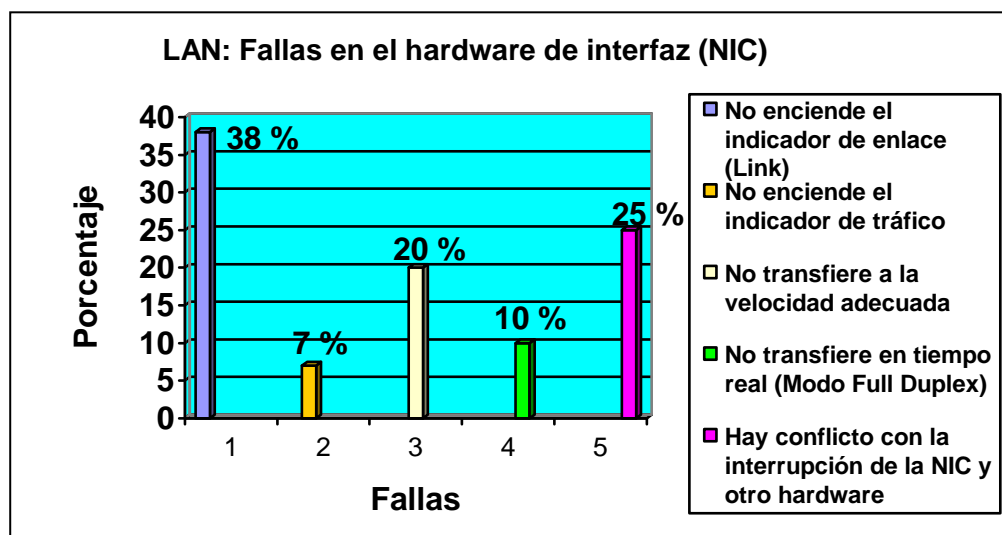
CUADRO No. 4.4



FUENTE: En base a datos obtenidos de la encuesta realizada en las redes LAN de la ciudad de Juliaca.

4.9.2 Las fallas en el hardware de interfaz

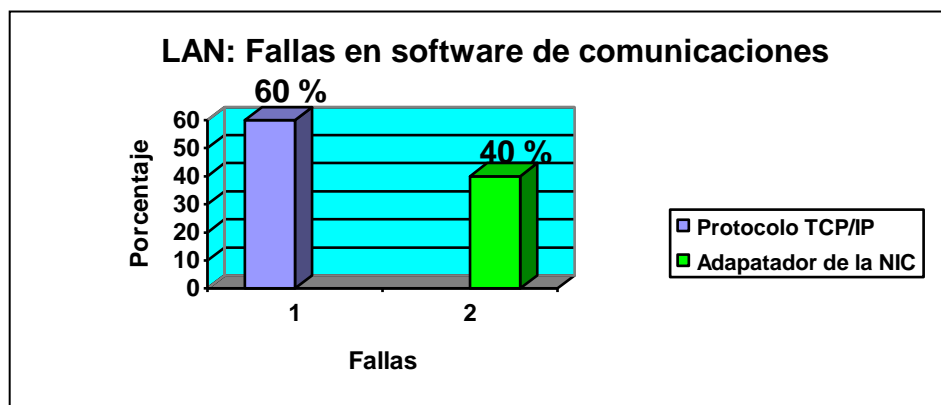
CUADRO No. 4.5



FUENTE: En base a datos obtenidos de la encuesta realizada en las redes LAN de la ciudad de Juliaca.

4.9.3 Las Fallas en el software de comunicaciones

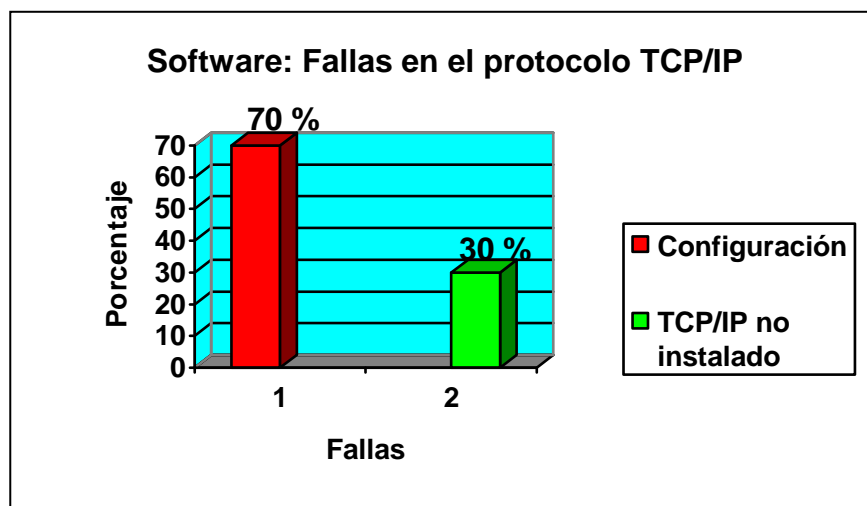
CUADRO No. 4.6



FUENTE: En base a datos obtenidos de la encuesta realizada en las redes LAN de la ciudad de Juliaca.

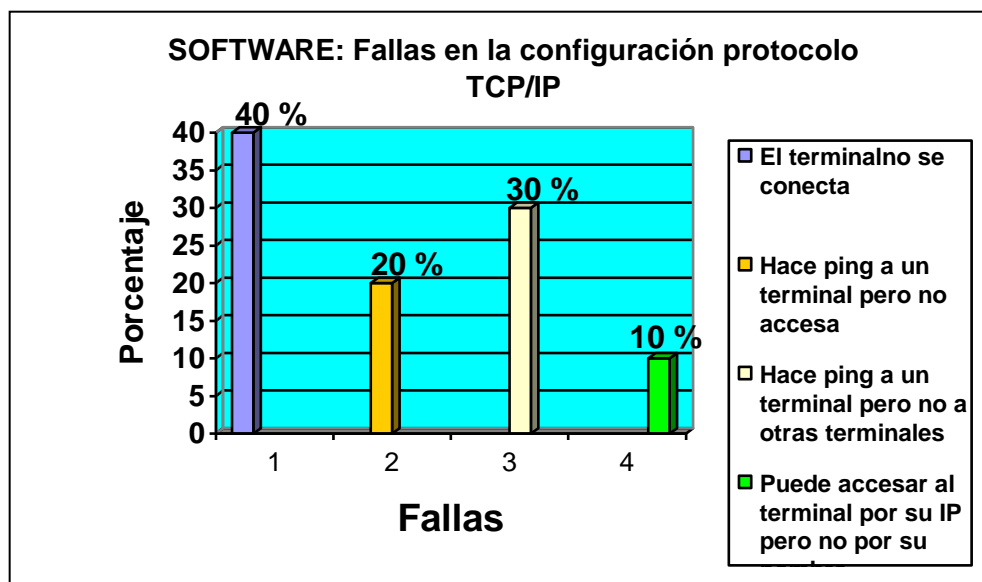
a) Protocolo TCP/IP

CUADRO No. 4.7



FUENTE: En base a datos obtenidos de la encuesta realizada en las redes LAN de la ciudad de Juliaca.

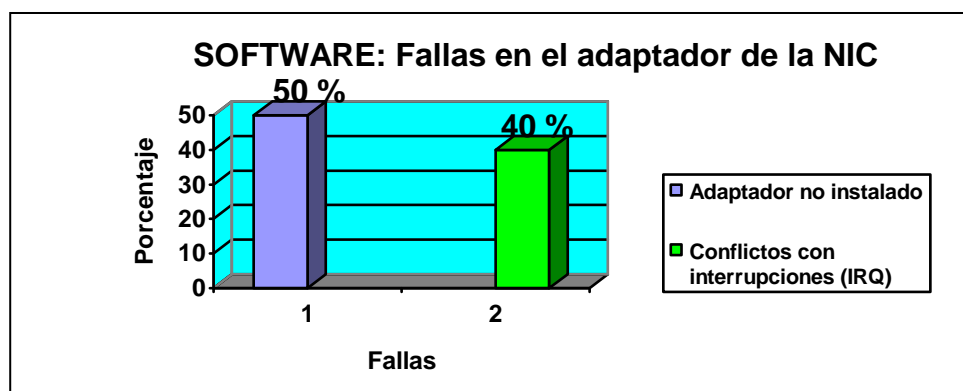
CUADRO No. 4.8



FUENTE: En base a datos obtenidos de la encuesta realizada en las redes LAN de la ciudad de Juliaca.

b) Adaptador de la NIC

CUADRO No. 4.9



FUENTE: En base a datos obtenidos de la encuesta realizada en las redes LAN de la ciudad de Juliaca.

4.9.4 Las fallas en la operación del usuario

Algunas veces las personas consiguen olvidarse de cómo hacer algo que ha estado haciendo correctamente a diario en los últimos años. Los usuarios acuden a menudo y preguntan por ejemplo: ¿Suced algo raro con la red o con el servidor Web? **¡No puedo acceder a mi página principal!.** La mayor parte de las veces, el problema consiste en que han escrito mal su propia URL. Este problema es sorprendentemente común.

4.10 DESARROLLO DEL MODELO LINEAL DE CICLO DE VIDA PARA EL PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO.

En esta etapa desarrollamos el modelo lineal del ciclo de vida para sistemas expertos que es una metodología de la ingeniería de software consistente en seis pasos claves para desarrollar sistemas expertos.

El "PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE FALLAS EN UNA RED DE AREA LOCAL", cumple con las normas de la calidad en el software.

4.10.1 Planeación de las fases de la etapa

a) Valoración de factibilidad. Al hacer un análisis estadístico sobre las redes en la ciudad de Juliaca se observó que muchas empresas utilizan las redes ya sea para automatizar sus procesos de información, otras para brindar servicios.

Una vez que se realizó las encuestas correspondientes, se observó que hay una persona encargada de la administración y supervisión de la red LAN y estas personas muchas veces no tienen el suficiente conocimiento para solucionar el problema de redes, así que la empresa tiene que contratar los servicios de un especialista y muchas veces no se le podía ubicar al especialista o estaba demasiado ocupado, así el trabajo en la empresa ó institución se veía paralizado.

Utilizando el prototipo de sistema experto de redes, se logra la solución a las fallas que se presente en la red LAN.

b) Administración de recursos. Los recursos que se usa para desarrollar este prototipo son los siguientes:

Un equipo de desarrollo. Conformado por:

1. Cuatro especialistas en el área de redes.
2. Dos ingenieros de conocimiento, quienes han planteado las preguntas a los expertos en redes. Luego se han estructurado sus conocimientos y finalmente se ha implementado en una base de conocimientos.
3. Siete usuarios que son los administradores y supervisores de las diversas empresas, que aportaron sus deseos y sus ideas, para construir la interfaz de usuario más sencilla y comprensible posible.

Tiempo. El proyecto se inició el 23 de marzo del 2001 y se culminó el 23 de Octubre del 2001 empleando exactamente siete meses calendario a tiempo completo para desarrollar todo el proyecto.

Software. La implementación del prototipo fue desarrollada, en Visual Prolog (programa lógico), debido a su gran versatilidad de comunicación con lenguajes como C++ que es necesario para el diagnóstico de hardware.

Además por el mantenimiento sencillo y fácil de la base de conocimientos del sistema experto.

Visual Prolog es un lenguaje declarativo, esto es muy necesario para la implementación de reglas, Visual Prolog usa razonamiento deductivo para la solución de problemas de programación, esto en contraste con los lenguajes tradicionales procedimentales de computadora.

Visual Prolog tiene un alto grado de optimización en la compilación de sus aplicaciones, es tan rápido como una aplicación compilada en C++.

Hardware. Para el desarrollo del proyecto utilizamos tecnología actual, aquí detallamos.

- Dos computadoras para desarrollar el proyecto prototipo de sistema experto.
- Dos impresoras láser e inyección a tinta para imprimir el proyecto de tesis y toda la documentación que utilizamos para el desarrollo del proyecto.

Para las pruebas del sistema.

- Cuatro redes de cabinas de internet.
- Dos redes de empresas que corren aplicaciones en redes.

La adquisición de estos recursos fue con financiamiento propio, a excepción de las redes de computadoras y las redes de las empresas que utilizamos.

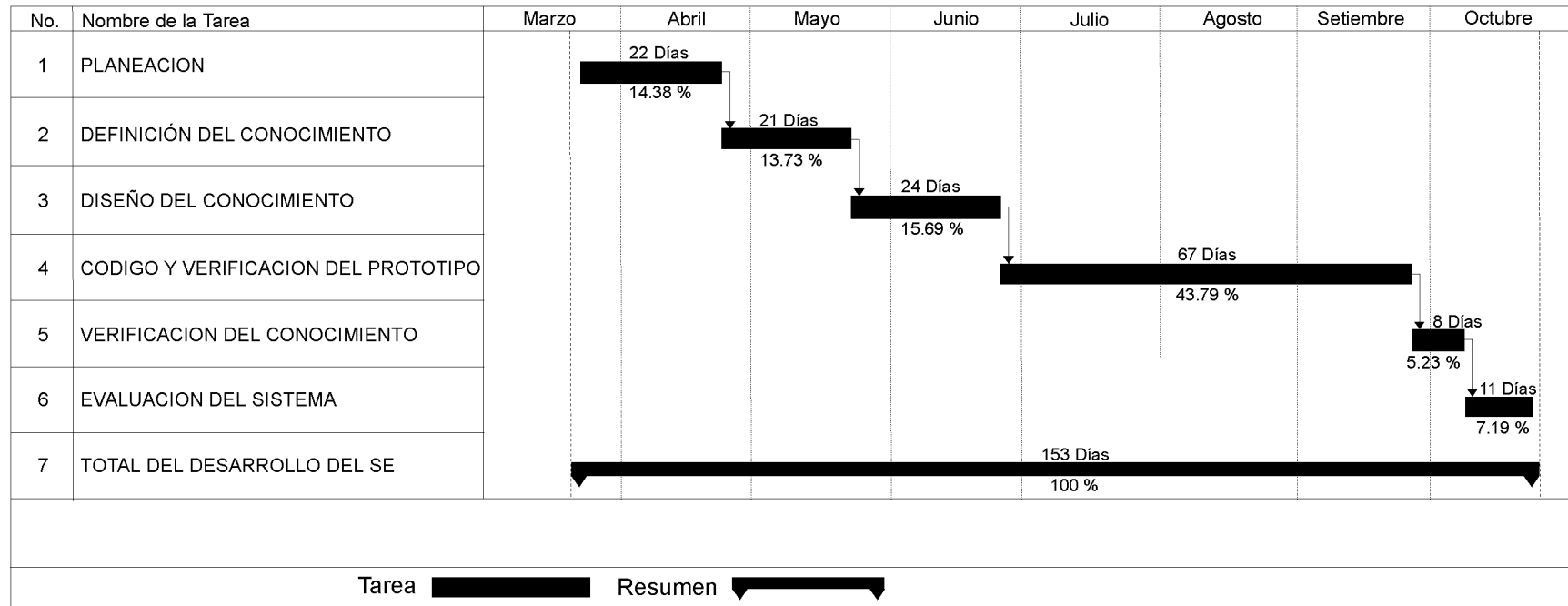
c) Calendarización. El tiempo de duración detallamos a continuación en el diagrama de Gantt:

Figura 4.2

CALENDARIZACION DE ACTIVIDADES

DESARROLLO DEL PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE FALLAS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

DURACIÓN DEL PROYECTO: 23 DE MARZO DEL 2001 AL 23 DE OCTUBRE DEL 2001



- d) Disposición funcional preliminar.** El objetivo es ayudar a solucionar los problemas o fallas que se presentan en una red LAN, utilizando un sistema experto de redes.
- e) Requisitos de alto nivel.** Las funciones son los diagnósticos y cuadros de diálogo que el sistema presenta, y el usuario que opera el sistema interactúa con el sistema experto para que este le dé una solución al problema.

4.10.2 Definición del conocimiento

- a) Identificación y selección del origen del conocimiento.** Los orígenes del conocimiento fueron.
- Bibliografía de inteligencia artificial.
 - Bibliografía de sistemas expertos.
 - Bibliografía especializada de redes ethernet.
 - Documentación bibliográfica de internet.
 - Manuales de redes ethernet.
 - Manuales del estándar TCP/IP.
 - Especialistas en redes - UANCV.

- Especialistas en sistemas expertos UNSA - Arequipa.

b) Adquisición análisis y extracción del conocimiento

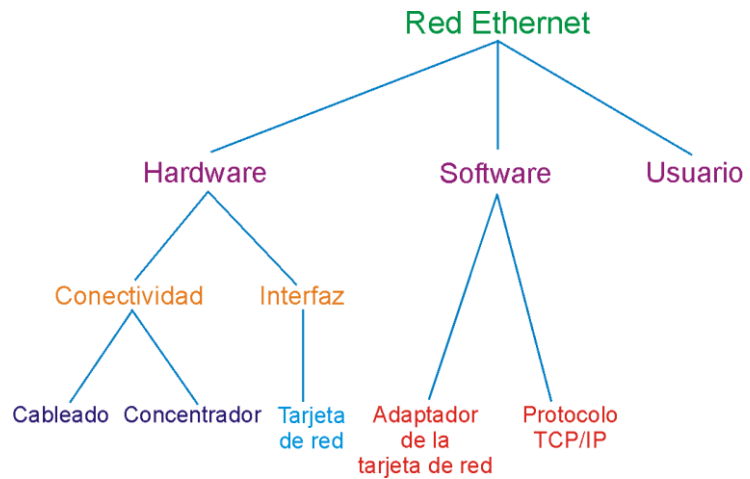
Estrategia de adquisición:

- Entrevistas a los expertos especialistas en redes.
- Entrevistas a los expertos en inteligencia artificial.
- Entrevista a los expertos de sistemas expertos.
- Lectura de documentación bibliográfica de internet.
- Lectura de manuales de redes ethernet.
- Lectura de hardware de redes ethernet.
- Lectura del estándar TCP/IP, etc.

Sistema de clasificación del conocimiento. La organización del conocimiento de redes está en grupos jerárquicos que se muestra:

Figura 4.3

Organización del conocimiento



La red ethernet es el estándar que utilizamos, en donde el hardware representa a toda la parte física de la red, incluyendo al hardware de conectividad que está conformado por el cableado y el concentrador, y el hardware de interfaz que esta conformado por la tarjeta de red.

Software representa la parte lógica de comunicación de la red. La cual está conformada por el adaptador de la tarjeta, el protocolo TCP/IP que son las partes esenciales para la comunicación.

Disposición funcional detallada. El prototipo "Sistema Experto para el Diagnóstico y Solución de Fallas de una Red LAN", funciona de la siguiente forma:

- Suponemos que opera el prototipo de sistema experto un usuario inexperto, un usuario estudiante que busca aprender, o un experto en redes.
- Primeramente determinamos con un diagnóstico del driver de la NIC, si la falla se encuentra en nivel físico, o en los otros niveles, como el nivel de enlace, nivel IP, nivel TCP o en el nivel de aplicación.
- En el nivel físico diagnosticamos (la tarjeta de red, cableado y el concentrador) si hay algún error el driver nos indicará la el tipo falla específico que ocurre, ya sea en el hardware de conectividad o en el hardware de interfaz.
- Por otro lado si no muestra un error en la parte física entonces el error debe de estar en el software del sistema, por lo cual por

lógica elegimos esta opción y empezamos a diagnosticar los cuatro niveles de software.

Suponiendo que el diagnóstico del driver muestra:

- Error en el hardware de conectividad, entonces como el problema está determinado me sitúo en el menú de conectividad - cableado, el sistema me mostrará múltiples cuadros de diálogo, las cuales se tendrán que ir verificando y respondiendo hasta lograr inferir una recomendación para solucionar dicha falla.

Si el diagnóstico del driver muestra que todo está correcta en el nivel físico:

- Entonces determinamos que el problema debe de estar en el software de comunicación.
- Para lo cual se diagnostica las capas de enlace, TCP/IP y aplicaciones.

Para diagnosticar las capas de enlace, la capa IP y la TCP, se hace un PING al loopback que es una dirección reservada del mismo terminal.

Ping 127.0.0.1

- Si hay respuesta determinamos que el TCP/IP está instalado y que el adaptador de la tarjeta de red también, entonces se llega a la conclusión que el problema es de configuración IP, así que empezamos a interactuar con los cuadros de diálogo que nos muestra el sistema, y consecuentemente nos mostrará una recomendación.
- Si no hay respuesta determinamos que el adaptador o el protocolo TCP/IP no están instalados, para los cuales el sistema nos guiará paso a paso hasta encontrar una solución recomendada por el sistema experto.

Manual preliminar del usuario. El manual se ha retroalimentando de manera que las interfaces de usuario se han estado desarrollando, en este caso

como es un prototipo donde mostramos el manual de usuario del sistema. **Anexo No. 03**

Especificaciones de requisitos. El prototipo de sistema experto ayuda a solucionar problemas o fallas que presenten en una red LAN. Los problemas o fallas que se pueden presentar en una red LAN están clasificados en cuatro grandes grupos.

- Falla en el hardware de conectividad (cableado, concentrador).
- Falla en el hardware de interfaz (tarjeta de red).
- Falla en el software de comunicación (Adaptador, protocolo TCP/IP).
- Falla del usuario (generalmente mala operación).

4.10.3 Diseño del conocimiento

a) Definición del conocimiento

Representación del conocimiento. Para representar el conocimiento usamos la red de conocimientos y las reglas de producción en la aplicación de Visual Prolog.

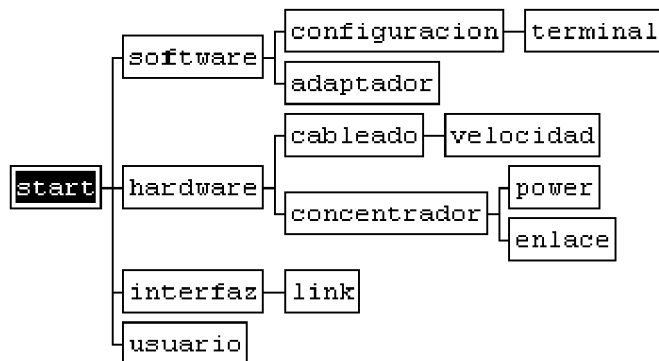
b) Diseño detallado.

Estructura del diseño. Aquí se especifica como se organiza lógicamente el conocimiento mediante una RED DE CONOCIMIENTO. La red conocimiento se muestra en el gráfico 4.4

Estrategia de implantación. Se almacenó el conocimiento del experto en una base de conocimientos, luego para llegar a una solución se usa la estrategia de inferencia modus ponens⁽³⁾ y la forma de control que se usa es el encaminamiento o razonamiento hacia adelante (forward chaining).

Figura 4.5

Arbol de reglas y secciones.



Implementación de reglas del prototipo.

Regla 1

Si :Conector RJ45 no encaja en la NIC.

Entonces :Cambiar el conector RJ45 por uno nuevo.

Regla 2

Si :Conector RJ45 mal crimpeado.

Entonces :Cambiar el conector con la normatividad respectiva.

Regla 3

Si :No hay normatividad de cableado.

Entonces :Poner la normatividad correspondiente.

Regla 4

Si :Cableado cortado o trozado.

Entonces :Cambiar tramo de cable.

Regla 5

Si :Distancia del cableado mayor a 100 metros.

Entonces :Colocar repetidor de señal cada 100 metros.

Regla 6

Si :Hay discontinuidad de señal.

Entonces :Revisar el cableado UTP de la red LAN.

Regla 7

Si :Hay corriente inducida.

Entonces :Entonces retirar el cableado que esta cerca de cables eléctricos y motores eléctricos, antenas.

Regla 8

Si :Hay corriente directa.

Entonces :Retirar los cables eléctricos que están en contacto directo con el cableado UTP de la red LAN.

Regla 9

Si :Hay ruido.

Entonces :Cambiar la ubicación del cableado UTP.

Regla 10

Si :Hay mala normatividad.

Entonces :Cambiar el conector RJ45 con la normatividad correspondiente norma A para 10 baseT y norma B para 100 baseX.

Regla 11

Si :Hay curvatura pronunciada y deformación inelástica.

Entonces :Tome un clip y estire el cable lo mas agudo posible.

Regla 12

Si :No hay energía eléctrica.

Entonces :Esperar a que se restablezca la energía, o ver las causas.

Regla 13

Si :Hay mala conexión con la fuente de energía eléctrica.

Entonces :Asegurar el enchufe del concentrador con el tomacorriente de energía eléctrica.

Regla 14

Si :Se daño el concentrador.

Entonces :Cambiar por un concentrador nuevo.

Regla 15

Si :No enciende el indicador power del concentrador.

Entonces :Verificar la conexión del concentrador con la fuente de energía eléctrica.

Regla 16

Si :El terminal esta apagado.

Entonces :Encienda el terminal para establecer la comunicación con la red LAN.

Regla 17

Si :El puerto AUI esta dañado.

Entonces :Dejar de utilizar este puerto, o tratar de repararlo para su utilización.

Regla 18

Si :El puerto se ha particionado en el concentrador.

Entonces :Desconectar el cableado de este puerto del concentrado y apagar por un lapso de 30 a 60 segundos y volver a encender el concentrador.

Regla 19

Si :No enciende el indicador de trafico del concentrador.

Entonces :Verificar que la tarjeta de red tenga la correcta configuración de la topología.

Regla 20

Si :No transfiere a la velocidad adecuada el concentrador.

Entonces :Verificar que la tarjeta de red tenga la correcta configuración de la transferencia a 10base o 100 baseX.

Regla 21

Si :Enciende el concentrador y no se comunica.

Entonces :Probar con otro concentrador para descartar el problema.

Regla 22

Si :El concentrador esta apagado.

Entonces :Encender el concentrador.

Regla 23

Si :La topología configurada en la NIC no es correcta.

Entonces :Ejecutar el driver y configurar de acuerdo a la topología que use la red LAN.

Regla 24

Si :El puerto se ha particionado en la NIC.

Entonces :Verificar el que el concentrador se encuentre en buen estado de funcionamiento.

Regla 25

Si :La tarjeta de red esta dañada.

Entonces :Cambiar por uno nuevo la NIC.

Regla 26

Si :No enciende el indicador de enlace de la NIC.

Entonces :Revisar el tramo de conexión de la NIC al concentrador, y que el concentrador también este encendido.

Regla 27

Si :No enciende el indicador de trafico de la NIC.

Entonces :Configurar con el driver la topología correcta.

Regla 28

Si :La NIC no transfiere a la velocidad adecuada.

Entonces :Configurar con el driver de la NIC, la velocidad de transferencia a 10 Mbps ó 100 Mbps.

Regla 29

Si :No transfiere voz, datos y vídeo.

Entonces :Configurar el modo de transferencia a Full Duplex.

Regla 30

Si :Hay conflicto en la interrupción de la NIC.

Entonces :Cambiar de IRQ, utilizando el driver de la NIC.

Regla 31

Si :El adaptador de la NIC no esta instalado o e esta dañado.

Entonces :Instalar el adaptador.

Regla 32

Si :El adaptador tiene conflictos de IRQ.
Entonces :Configurar el IRQ a uno libre,
utilizando el driver de la NIC o el SETUP del
computador.

Regla 33

Si :Hay problemas de direccionamiento IP.
Entonces :Configurar el ip y la mascara de red.

Regla 34

Si :Hay IP duplicado.
Entonces :Cambiar IP a uno que no este en Uso.

Regla 35

Si :Grupo de trabajo distinto.
Entonces :Cambiar al grupo de trabajo usado en
la red LAN.

Regla 36

Si :Hay conflicto con nombre de PC.
Entonces :Cambiar el nombre de la PC a uno que
no este en uso.

Regla 37

Si :El terminal no se conecta con otras terminales.

Entonces :Configurar TCP/IP.

Regla 38

Si :Hay problemas con la sub red.

Entonces :Configurar la mascara de red en el TCP/IP.

Regla 39

Si :Hay problemas con la resolución de direcciones.

Entonces :Configurar el TCP/IP con el rango correcto de direcciones.

Regla 40

Si :Hay problemas con la resolución hostname.

Entonces :Configurar el archivo host de Windows.

Regla 41

Si :Protocolo no esta instalado o esta dañado.

Entonces :Instalar Protocolo TCP/IP.

Regla 42

Si :Falla de operación de usuario.

Entonces :Verificar la operación realizada.

Regla 43

Si :Diagnostico con driver falla hardware de interfaz.

Entonces :Revisar tarjeta de red (NIC).

Regla 44

Si :Diagnostico con driver falla de cableado.

Entonces :Revisar el cableado de la red LAN.

Regla 45

Si :Ping al loopback no responde.

Entonces :Revisar la instalación del adaptador de la NIC y la instalación del protocolo TCP/IP.

Regla 46

Si :Cable cruzado no responde.

Entonces :Verificar el conector RJ45 y su norma.

Regla 47

Si :Netstat responde error entrada menor que salida.

Entonces :Revisar la transmisión origen.

Regla 48

Si :Netstat responde error salida menor que entrada.

Entonces :Revisar nuestro terminal que envía datos cableado, tarjeta de red y concentrador.

Regla 49

Si :Aplicación en red no inicia.

Entonces :Revisa la instalación y configuración del protocolo TCP/IP, también el adaptador de la tarjeta de red LAN.

Regla 50

Si :Calculo de porcentaje de colisión con Netstat mayor al 5% del total de la transmisión de datos.

Entonces :Revisar todo el hardware, NIC, cableado, concentrador.

Interfaz detallada del usuario. Se presenta algunas muestras de un total que supera unas 300 pantallas del sistema.

Figura 4.6

Pantalla 1: Interfaz principal de usuario



Figura 4.7

Pantalla 2: Interfaz de selección

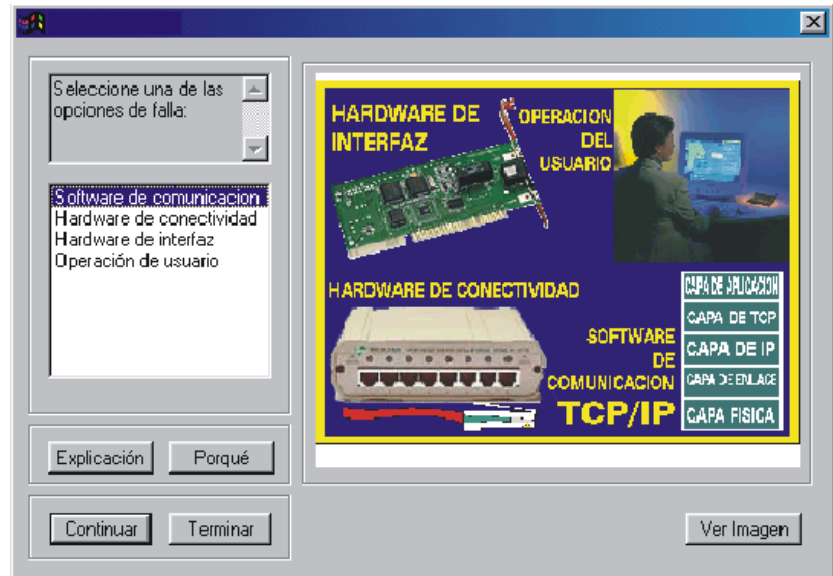


Figura 4.8

Pantalla 3: Interfaz de explicación

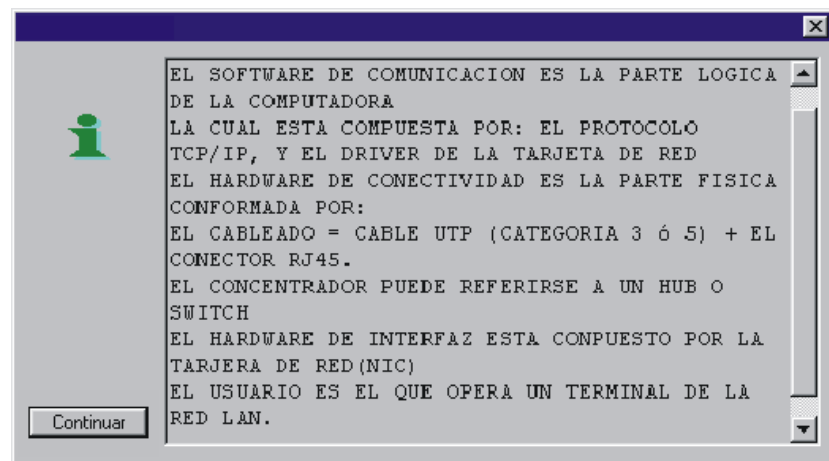


Figura 4.9

Pantalla 4: Interfaz de selección software de comunicaciones

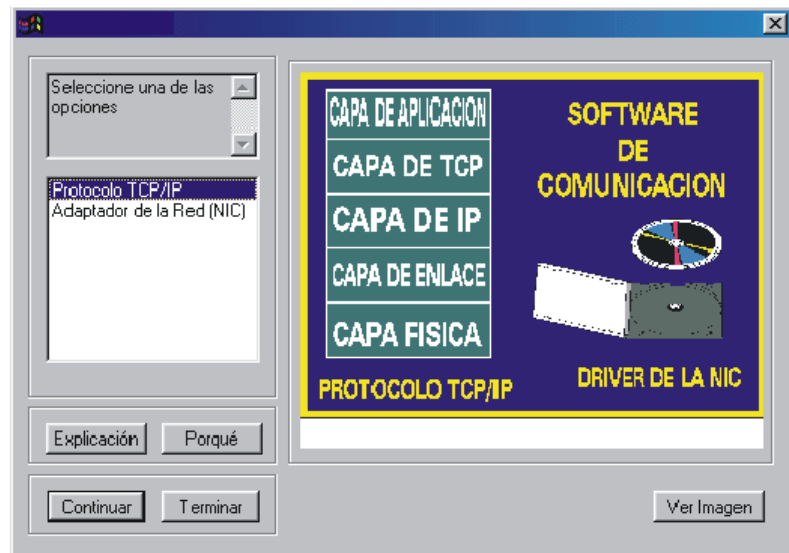


Figura 4.10

Pantalla 5: Interfaz de selección: hardware de conectividad



Figura 4.11

Pantalla 6: Cuadro de dialogo-hardware de interfaz.



Figura 4.12

Pantalla 7: Cuadro de dialogo-operación de usuario.



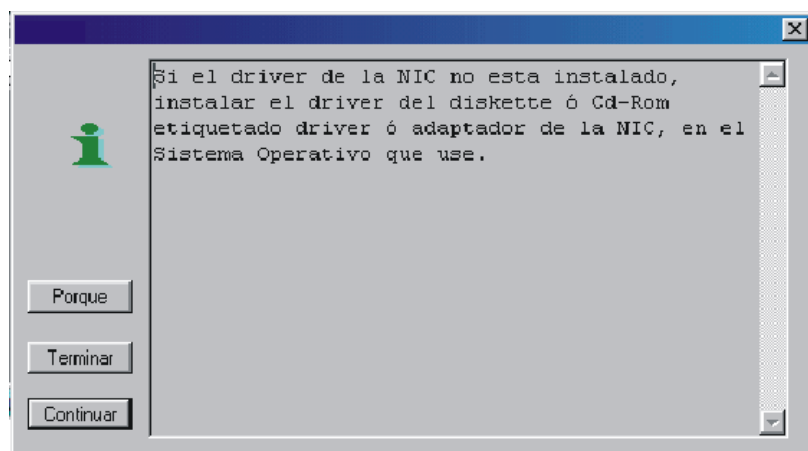
Figura 4.13

Pantalla 8: Interfaz de dialogo-Adaptador NIC



Figura 4.14

Pantalla 9: Interfaz de recomendación-Adaptador NIC

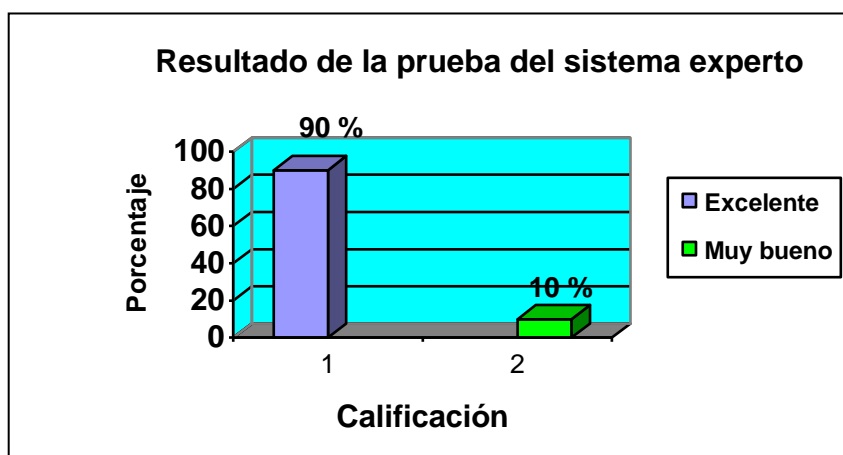


4.10.4 Código y verificación

a) Codificación. El código de Visual Prolog se presenta en el **Anexo No. 04**.

b) Pruebas. Se hizo la prueba del sistema experto en 16 redes LAN, donde se obtuvo el resultado estadístico de 90% lo calificó como excelente y el 10% muy bueno, se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 4.1



FUENTE: En base a la encuesta realizada de la prueba del sistema experto en las redes LAN de la ciudad de Juliaca.

Esta prueba consistió en la operación, aceptación y la capacidad de respuesta como si un

especialista humano estuviese guiando en la solución de problemas que ocurren en una red LAN.

c) Manual de usuario. El modo de operación es propio de todos los sistemas que cumplen el estándar GUI (Graphical User Interface), sin embargo se puso especial atención en el componente explicativo del sistema con gráficos y textos que van guiando al usuario paso a paso. Además de un módulo especial de explicación en la cual se fundamenta el porqué de la pregunta que se plantea. **Anexo No. 03**

d) Documento descripción del sistema. *La funcionalidad* del prototipo de sistema experto para el diagnóstico y solución de fallas mediante recomendaciones es excelente por que se han estructurado las fallas de la siguiente manera:

- Las fallas que se presentan en el Hardware de conectividad (cableado y concentrador).
- Las fallas que se presentan en el hardware de interfaz (tarjeta de red).

- Las fallas que se presentan en el software de comunicación (adaptador, TCP/IP).
- Las fallas de operación del usuario.

Los límites de este sistema. El presente prototipo para el diagnóstico y solución de fallas en una red de área local se limita exclusivamente a diagnosticar y solucionar problemas referentes al hardware de conectividad, hardware de interfaz, y el software de comunicaciones, fallas de operación del usuario.

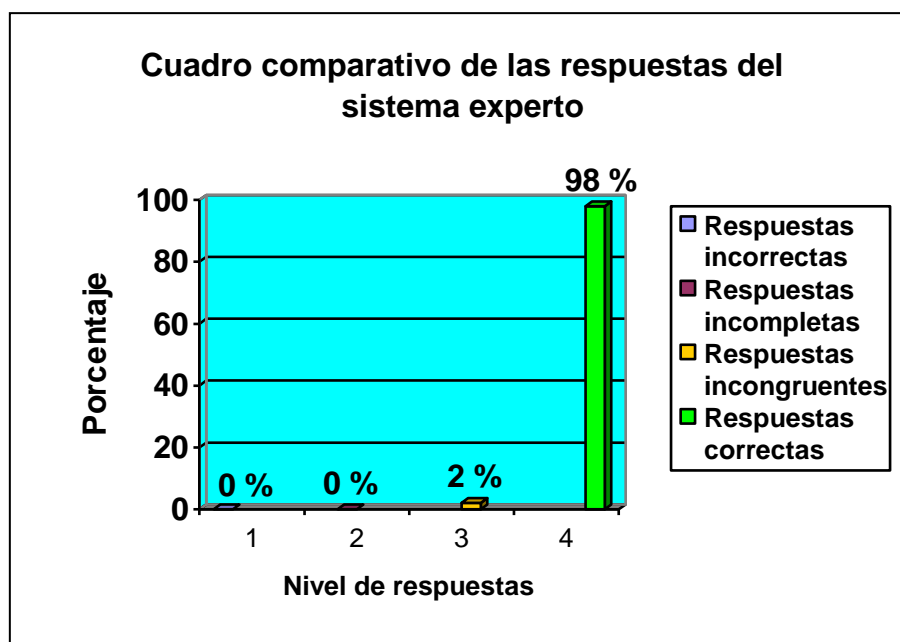
Aunque hay otros factores que pueden influir en el mal funcionamiento de una red LAN, pero estos constituyen otros sistemas expertos debido a su gran complejidad y tamaño, como son:

- Sistema experto para diagnóstico y reparación de computadoras.
- Sistema experto para solución de problemas de sistemas operativos de redes LAN.

4.10.5 Verificación del conocimiento

a) **Análisis de prueba.** Verificamos que el conocimiento sea exacto y preciso durante la prueba de una sesión de preguntas sobre la capacidad de respuestas del sistema experto se ha obtenido:

Cuadro No. 4.2



FUENTE: En base a datos obtenidos de la encuesta realizada sobre las respuestas y soluciones que el sistema experto a las fallas de las redes LAN de la ciudad de Juliaca.

El análisis de la prueba, se determinó que había problemas en el enlace de las reglas, lo cual se corrigió inmediatamente.

4.10.6 Evaluación del sistema

a) Evaluación de resultados. Los resultados de la prueba y verificación del prototipo de sistema experto resultaron satisfactorios debido a que las empresas e instituciones podían tener un software de apoyo para solucionar sus problemas en redes.

b) Validación. Se define como el proceso que nos indica si hemos construido el sistema correcto para las necesidades planteadas.

Para la validación de este prototipo de sistema experto para diagnóstico y solución de fallas en redes LAN, realizamos una evaluación del sistema con dos especialistas en redes que no trabajaron en el desarrollo del proyecto, aunque difería en el modo de razonamiento y secuencia de diagnóstico se arribó a las mismas conclusiones.

4.11 REQUERIMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO.

4.11.1 Hardware

- Un computador compatible pentium - multimedia.
- 32 Mb de memoria RAM.
- 120 Mb de espacio libre en el disco duro.
- Tarjeta de red ethernet.

4.11.2 Software

- Sistema operativo Microsoft Windows.

4.12 COSTO DEL PROTOTIPO DE DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN DE FALLAS EN UNA RED LAN

Se hace uso de la fórmula (Pressman 94, pag 49):

Costo = dólares * KLDC.

Costo = U\$ 3 * 2500.

Costo Total = U\$ 7500 dólares.

Explicación. El valor del software prototipo es de 7500 dólares, por los derechos de propiedad de autor del software.

Donde:

Costo = Costo por cada línea de código expresado en dólares americanos.

KLDC = Líneas de código del prototipo del sistema experto sin incluir comentarios.

Costo total = instalación del prototipo de sistema experto para el diagnóstico y solución de fallas en una red de área local.

Tabla 4.4

Cuadro de costos de materiales y equipos

| CANT. | DESCRIPCION | COSTO U\$ |
|------------------|---|---------------|
| 01 | Hardware: Computador Pentium equipado | 750.00 |
| 02 | Software: Licencia de S.O. Microsoft Windows | 117.00 |
| TOTAL U\$ | | 867.00 |

FUENTE: Elaboración propia en base a los gastos realizados durante la ejecución del proyecto.

CONCLUSIONES

1. Al analizar y emplear los principios, métodos y herramientas de la inteligencia artificial en el área de sistemas expertos, nos brindo el soporte adecuado para desarrollar el prototipo de sistema experto, utilizando el lenguaje de programación Visual Prolog 5.2.
2. El prototipo de sistema experto solucionó los problemas de la red LAN eficientemente, tanto en el hardware de conectividad, hardware de interfaz, software de comunicaciones y las fallas de usuario.
3. El componente explicativo del sistema experto resultó uno de los elementos más importantes debido que los usuarios novatos pudieron hacer uso del mismo sin mayores dificultades.
4. Se desarrolló un módulo muy amigable de mantenimiento de la base de conocimientos la cual está a disposición de los ingenieros de conocimiento para su actualización permanente.

5. Se demostró que el uso de la red conocimiento y las reglas de producción son válidas y aceptables para modelar los conocimientos de los especialistas de una manera práctica.
6. Se demostró que el Visual Prolog es un lenguaje de programación de inteligencia artificial aplicado a los sistemas expertos muy versátil y amigable, muy particularmente para sistemas expertos basados en reglas de producción.

RECOMENDACIONES

1. Los sistemas expertos como un área de investigación de la inteligencia artificial, hacen uso del conocimiento especializado para resolver problemas como un especialista humano, y este tiene conocimientos o habilidades especiales para resolver problemas con mucha mayor eficiencia y bajo costo. Por lo que se recomienda poner especial énfasis en la nueva generación de profesionales de sistemas que dediquen tiempo e investigación al desarrollo de los mismos para beneficio de nuestra región.
2. Ya que es de mucha ayuda el prototipo de sistema experto en el área de las redes, debido a que estas siempre tienen fallas o problemas de algún tipo, a lo cual el sistema experto ayuda a solucionar los problemas o fallas que se presenten, asistiendo a los encargados de dichas redes LAN. Por lo que se recomienda un trabajo concienzudo de marketing para su promoción y venta masiva.
3. Se recomienda que el prototipo debe culminarse hasta constituirse en un sistema experto, y que pueda

interactuar con sistemas expertos de diagnóstico y solución de fallas de computadora así como el sistema experto de diagnóstico y solución de fallas de sistemas operativos de redes (Linux, Windows 9x, Windows NT, Windows 2000, Netware Novell, etc).

4. Ya que el prototipo de sistema experto de redes es de amplia aplicación, debe implementarse en un servidor Web para su operación en el entorno de la Web, semejante a las aplicaciones de tipo distribuido, en el cual tan sólo se requiere un navegador (Internet Explorer o Netscape Navigator) y una conexión a Internet.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Adarraga 1994 Adarraga, Pablo y Zaccagnini, José Luis, Psicología e Inteligencia Artificial, Trotta, Madrid, 1994.
2. Giarratano - Riley, Joseph Giarratano - Gary Riley. Expert Systems Principles and Programming. E.U.A. PWS Publishing Company, 2000.
3. Harmon - King, 88. Sistemas Expertos Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en la Actividad Empresarial. Madrid, Ediciones Díaz de Santos S.A. 1998.
4. Haton 1991 Haton, Jean Paul y Haton M. C., La Inteligencia Artificial, una aproximación, Paidós, México, 1991.
5. Nuñez Osorio, Abraham Sistemas Expertos Seis - Unsa 1998 - 1999 Arequipa.
6. Rich 1994 Rich Elaine y Knight Kevin, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, McGraw-Hill, España, 1994, 2ª edición.
7. Rolston 1990 Rolston, David W., Principios de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos, McGraw-Hill, Colombia, 1990.
8. Tanenbaum, Andrew. Redes de computadoras. Naucalpan de Juárez, Edo. de México, Prentice Hall Hispanoamericana S.A. 1999.

9. Manual de redes de telematic, publicación Instituto Superior Telematic Lima - Perú 1999.
10. Visual Prolog Version 5.0 - Leo Schou-Jensen - **Getting Started** 1986-1997 Prolog Development Center A/S H.J. Holst Vej 3A-5A, Copenhagen DK-2605 Broendby Denmark Borland International.
11. Visual Prolog Version 5.0 - Claus Witfelt - **Language Tutorial** 1986-1997 Prolog Development Center A/S H.J. Holst Vej 3A-5A, Copenhagen DK - 2605 Broendby Denmark Borland International.
12. Visual Prolog Version 5.0 Visual - Claus Witfelt - **Development Environment(c)** Prolog Development Center A/S H.J. Holst Vej 3A-5A, Copenhagen DK-2605 Broendby Denmark Copyright Borland International.
13. Visual Prolog 5.0 Visual - Leo Jensen - **Programming Interface(c)** Copyright 1986-1997 Prolog Development Center A/SH.J. Holst Vej 3A-5A, CopenhagenDK - 2605 Broendby Denmark Portions of the Software and Documentation under license from: Borland International; 1986-1988.