

# SIELAN, sistema experto para el diseño de redes de área local

Alberto González Ramírez - agonzales@unicomfaucauca.edu.co  
 Docente Investigador - Institución Universitaria Tecnológica de Comfaucauca  
 Caroll Zuleima Joaquín - cjoaqui@ucauca.edu.co  
 Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones - Universidad del Cauca  
 Juan Carlos Vidal - jvidal@ucauca.edu.co

## Resumen

SIELAN es un sistema experto que soluciona en gran parte los problemas que pueden surgir durante el proceso de diseño de una red LAN, mediante una estructura organizada para el estudio de requerimientos y mediante la utilización de tecnologías de representación y de almacenamiento de conocimiento técnico y experto adecuadas, que permiten al ingeniero concentrarse en el análisis de la organización. SIELAN utiliza una estructura de diseño modular orientada por una metodología de diseño, basada en los requerimientos y aplicaciones de usuario, además de las características técnicas en las que normalmente se basa, lo que permite asegurar el éxito del diseño.

**Palabras clave:** redes de área local, sistemas basados en conocimiento, sistemas expertos.

## I. Introducción

El surgimiento de una economía global altamente competitiva, ha acelerado la velocidad a la cual las compañías deben adaptarse a los cambios financieros y tecnológicos. Esto a su vez ha generado nuevas prácticas de negocios que están impulsando grandes cambios en las características de diseño de redes corporativas.

Para mejorar la comunicación con socios, empleados, y clientes, las empresas están implementando nuevas aplicaciones como comercio electrónico, videoconferencia, voz sobre IP, y aprendizaje a distancia. La rápida adopción de tecnologías basadas en

Internet y la consolidación creciente de datos, voz, y video, en una infraestructura de red común, se han vuelto críticos para asegurar el éxito de los negocios de la organización.

Los diseñadores de Redes de Área Local se enfrentan a la tarea de diseñar redes más robustas para soportar las crecientes demandas de las aplicaciones actuales, que prometan los niveles más altos de escalabilidad, rendimiento, disponibilidad y calidad de servicio. Por diseño de red se entiende la selección de estándares tecnológicos, dispositivos de red y conexiones para cumplir con los objetivos operacionales de la organización. Por consiguiente, para obtener diseños de redes eficientes, se requiere obtener la mejor combinación de equipos y conexiones, cumpliendo con los

estándares para satisfacer los objetivos de la organización.

A la par los vendedores y organismos de estandarización introducen, a una velocidad cada vez más rápida, nuevos protocolos y tecnologías para responder a los exigentes requerimientos de las redes actuales.

SIELAN soluciona en gran parte los problemas que pueden surgir durante el proceso de diseño de una red de área local, mediante una estructura organizada para el estudio de requerimientos que se enfoca en las aplicaciones del cliente, en los objetivos técnicos y en los objetivos de negocios de la organización. SIELAN parte de los requerimientos de las capas superiores para llegar a una selección entre las arquitecturas establecidas dentro de las capas más bajas del modelo de referencia OSI. Para lograrlo se basa en la utilización de tecnologías de representación y almacenamiento de conocimiento técnico y especializado, abarcadas bajo el paradigma de los sistemas expertos.

Las razones que motivaron el uso de Sistemas Expertos como una solución al problema de diseño de redes, estuvieron principalmente fundamentadas en su aplicabilidad, dado que son sistemas que se soportan en el conocimiento heurístico de un experto, para obtener soluciones que simplifican el espacio de búsqueda y permiten hacerlo de una manera más rápida. Estas cualidades son muy importantes dentro del ambiente de diseño de redes, caracterizado por la gran cantidad de factores que deben tenerse en cuenta para obtener diseños que cumplan con las expectativas del cliente.

El resto de este artículo está organizado de la siguiente manera: la sección II presenta los trabajos relacionados, la sección III presenta la propuesta de solución al problema de diseño de Redes LAN, la sección IV presenta la arquitectura y operación de SIELAN, la sección V se enfoca en la representación del conocimiento, la sección VI presenta un ejemplo práctico de aplicación empleando SIELAN, y la sección VII concluye este artículo.

## 2. Otro trabajo en el mismo dominio

Se tiene conocimiento sobre varios Sistemas Expertos desarrollados para el Diseño de Redes de Área Local.

COMNED[1] es un Sistema Experto híbrido que integra lógica difusa y redes neuronales para tomar decisiones acerca de la Topología y Medio de Transmisión más adecuados para cada subproblema del problema general de diseño de red. SIELAN, al igual que COMNED, descompone en subproblemas el problema de diseño pero con un enfoque modular, estructural y jerárquico, que le permite adaptarse de una manera sencilla al surgimiento de nuevos estándares y tecnologías. A diferencia de COMNED, cada módulo en SIELAN representa un bloque funcional independientemente de los componentes que puedan ser empleados, lo que hace que el modelo global de diseño sea fácilmente adaptable a diversas estrategias de diseño de redes. La estructura de solución del problema en COMNED es muy rígida e inmodificable.

SIELAN como COMNED emplea lógica difusa para la representación de conocimiento. En COMNED los conjuntos difusos se traducen en hechos que especifican como las topologías y medios de transmisión existentes que cumplen con las variables de diseño. En SIELAN se emplean reglas difusas para representar cómo las variables de diseño influyen mutuamente en las decisiones sobre los diferentes módulos del sistema.

En LAND[2] se presenta un sistema que plantea diseños de redes LAN efectuando un proceso de selección entre las diferentes arquitecturas y protocolos de comunicaciones del nivel MAC. SIELAN analiza la calidad de servicio, pero como una de las variables de diseño que afecta directamente las decisiones del sistema. LAND en cambio, hace una evaluación posterior de las decisiones de diseño con base en la calidad de servicio a ser provista, a través de la aplicación de modelos analíticos y simulación en módulos externos al sistema experto.

En MAPCon[3] y ELAND[4] los sistemas están orientados hacia la complejidad y variedad de productos del mercado.

Los sistemas mencionados no han abordado un modelamiento completo de las diferentes características de las redes LAN, debido en parte a su complejidad, y a la ausencia de conocimiento sobre los diferentes servicios en los niveles más altos y la forma como ellos operan conjuntamente. SIELAN ofrece una solución integral para el diseño de cada uno de los componentes de la red a un nivel superior que los sistemas existentes, ya que enfoca el problema desde una perspectiva más amplia, comenzando por un estudio completo de los requerimientos de las capas superiores como base para el diseño de las inferiores. Esto lo diferencia de los anteriores sistemas, que se han centrado más en la consideración de aspectos físicos para la escogencia de configuraciones.

En cuanto a la representación del conocimiento SIELAN utiliza frames, reglas de producción y reglas difusas para la representación del conocimiento. LAND y MAPCon son sistemas expertos que han empleado representación del conocimiento basada en frames para almacenamiento de información y razonamiento.

COMNED, MAPCon y ELAND usan reglas para almacenar heurísticas de diseño.

### 3. SIELAN, una alternativa para el diseño de redes locales.

SIELAN presenta una propuesta moderna para usar Sistemas Expertos en el diseño de redes teniendo en mente: 1) modularidad que permita al sistema futura adaptabilidad y funcionalidad, 2) el uso de herramientas, paradigmas y metodologías de última generación en el área de la inteligencia artificial y el diseño de redes y 3) facilidad de uso, y de actualización.

#### A. Solución al problema de diseño de Redes Locales

SIELAN desarrolla una metodología propia basada en una propuesta de diseño de redes

*modular, jerárquica y estructurada* trabajando sobre *modelos de diseño*. adicionalmente implementa un *modelo de tareas* basado en la metodología de diseño de redes elegida y aplicada a la estrategia de diseño modular.

SIELAN crea un modelo global para el diseño de una red empresarial basado en el diseño de cinco bloques funcionales: módulo Grupo de Trabajo, Núcleo, Edificación, Centro de Datos y Conectividad Externa (ver figura 1).

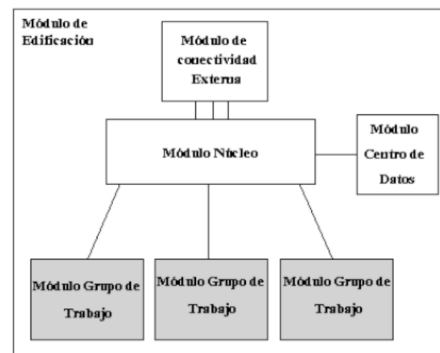


Figura 1. Modelo de diseño de red modular

Cada módulo representa un bloque funcional independientemente de los componentes que puedan ser empleados, lo que hace que el modelo global de diseño sea fácilmente adaptable a diversas estrategias de diseño de redes. Estos módulos pueden ser adicionados o eliminados del diseño para crear una gran red jerárquica.

El problema de diseño de cada módulo es dividido en tareas específicas de acuerdo a un modelo de tareas. La figura 2 muestra un ejemplo de diseño de una red modular.

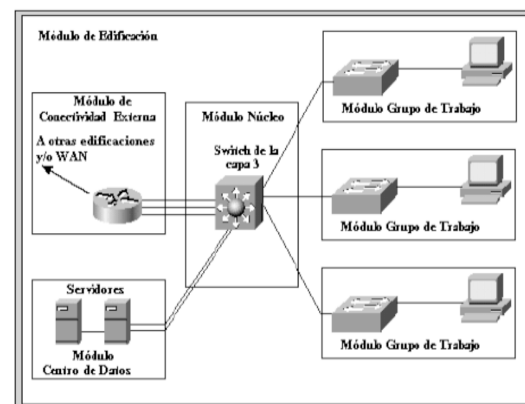


Figura 2. Ejemplo de diseño de una red modular

## B. Modelo de tareas

Durante el desarrollo de SIELAN se generó un modelo de tareas basado en la metodología de diseño de redes elegida [5], aplicada a la estrategia de diseño modular.

Dicho modelo de tareas subdivide el problema en subproblemas más manejables y permite identificar variables claves.

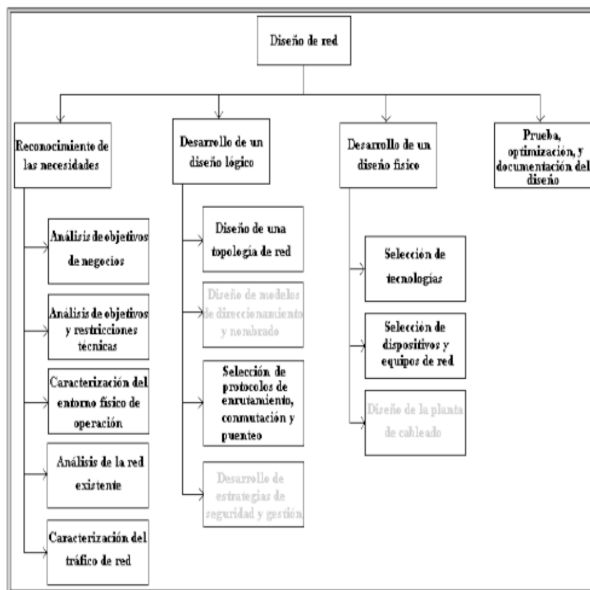


Figura 3. Estructura general del modelo de tarea

Cada una de las tareas del modelo general es aplicada y especificada de acuerdo a cada uno de los módulos de diseño.

Durante la fase de diseño lógico, por ejemplo, el diseño de una topología de red implica la selección del dispositivo más adecuado para la conexión de estaciones de trabajo dentro del módulo grupo de trabajo.

## C. Modelos de diseño

SIELAN crea modelos de diseño para el diseño de redes SOHO, redes pequeñas y medianas dejando para futuras actualizaciones la expansión a redes de mayor alcance. Cada uno de estos tipos de redes se diseñan de diferente forma, por su tamaño requerimientos y consideraciones.

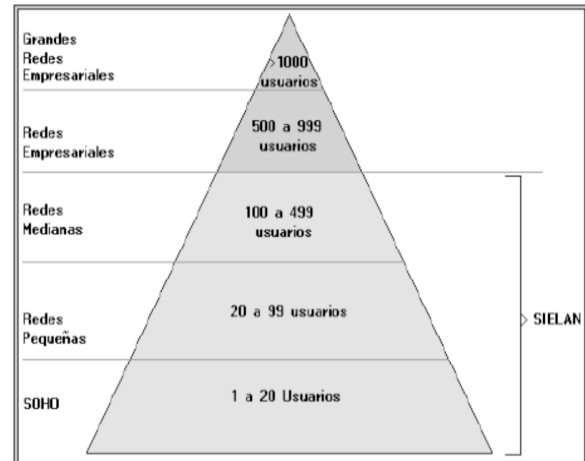


Figura 4. Alcance de SIELAN

**1) Redes SOHO:** el diseño de una red SOHO está compuesto por defecto de un módulo Grupo de Trabajo, un módulo Centro de Datos y un módulo opcional de Conectividad Externa. Maneja hasta 20 usuarios, con un presupuesto bajo, corriendo aplicaciones tales como: e-mail, procesamiento de texto, impresión, y transferencia de archivos. Un diseño típico incluye la utilización de un Hub y Ethernet 10BaseT como tecnología para la conexión de equipos terminales de datos dentro del módulo Grupo de Trabajo, Ethernet 10/100BaseT para la conexión del servidor, y un pequeño router con una conexión Ethernet 10BaseT y una conexión WAN ISDN.

**2) Diseño de redes pequeñas.** El diseño de una red pequeña esta compuesto por defecto de uno o más módulos Grupo de Trabajo, un módulo Núcleo opcional, un módulo Centro de Datos y un módulo opcional de Conectividad Externa. Maneja entre 20 y 99 usuarios corriendo aplicaciones tales como: e-mail, procesamiento de texto, impresión, transferencia de archivos y acceso a internet, utilizadas de manera más intensiva. El presupuesto bajo es la restricción más importante. Un diseño típico incluye la utilización de una combinación de Hub's y Switches y Ethernet 10BaseT como tecnología para la conexión de equipos terminales de datos dentro del módulo Grupo de Trabajo, Ethernet 10/100BaseT para la conexión del servidor, y un pequeño router con una conexión LAN Ethernet 10BaseT y una conexión WAN ISDN.

**3) Diseño de redes medianas.** el diseño de una red mediana está compuesto por defecto de módulos Grupo de Trabajo, módulos Centro de Datos, módulo Núcleo, módulo de Edificación y uno o más módulos de Conectividad Externa. Maneja entre 100 y 499 usuarios. Las aplicaciones son una mezcla de aplicaciones básicas y aplicaciones propias desarrolladas. Un diseño típico incluye Switches y Ethernet 10/100BaseT como tecnología para la conexión de estaciones de trabajo dentro de los módulos Grupo de Trabajo. A nivel del módulo Núcleo, se hace indispensable el uso de un Switch de la capa 3 y Ethernet 10/100BaseT.

Como solución para el módulo de Conectividad Externa, la mejor alternativa es la utilización de uno o más Router's con Ethernet 100BaseT para la conexión LAN y una conexión WAN ISDN.

#### 4. SIELAN, arquitectura y operación

La siguiente figura ilustra la estructura interna de SIELAN

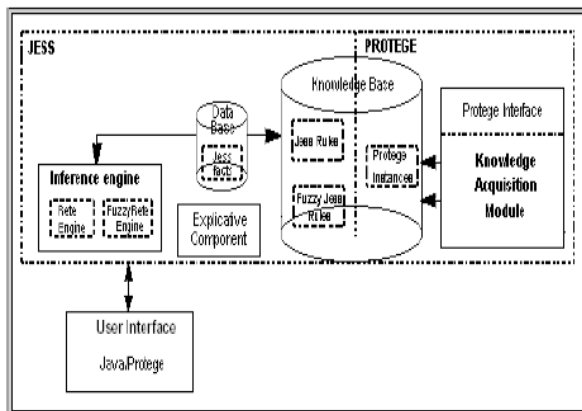


Figura 5. Estructura de SIELAN

SIELAN orienta el proceso de diseño de acuerdo a la metodología de diseño de redes locales elegida[5]. Aunque la flexibilidad del sistema permite al usuario seguir una metodología de diseño propia, SIELAN recomienda seguir las fases de: 1) Especificación de requerimientos, en donde se genera una descripción del proyecto en función de los requerimientos de negocios y técnicos de la organización y de las características

de las aplicaciones de red. 2) Diseño de red, en donde mediante un proceso interactivo SIELAN genera un diseño lógico y físico de la red en función de los módulos Grupo de Trabajo, Centro de Datos, Conectividad Externa, Núcleo y Edificación y 3) Análisis de soluciones y documentación, en donde el usuario puede modificar las decisiones del sistema, agregar nuevos componentes, y generar la documentación del diseño de red.

#### A. Herramientas de desarrollo

**1) Jess (The Expert System Shell for the Java Platform).** Jess fue escogido como shell para el desarrollo de SIELAN, por su facilidad de integración con aplicaciones Java, libre distribución, capacidad de transporte, eficiencia y velocidad [6]. Jess usa el algoritmo Rete para procesar reglas, un mecanismo muy eficiente para resolver el difícil problema de igualación de múltiples patrones. Jess permite manipular y razonar directamente sobre objetos Java. Jess provee los elementos básicos para la implementación y operación de SIELAN: la base de conocimiento, para almacenar el conocimiento embebido, construido o diseñado dentro de un Sistema Experto, la memoria de trabajo, que contiene los hechos representando conclusiones, hipótesis y metas, la agenda que reúne las reglas aplicables en un estado dado de ejecución del sistema, y la máquina de inferencia. Jess permite representar el conocimiento como reglas, objetos y hechos.

**2) FuzzyJess. Extiende Jess.** Provee un formato para el manejo de reglas y hechos difusos.

**3) PROTEGE.** Después de un estudio y experimentación con algunas herramientas de representación fue seleccionado PROTEGE [7], un editor de bases de conocimiento basado en clases y sus atributos que permite una organización y modificación sencilla del conocimiento mediante un lenguaje visual apropiado para todos los usuarios. PROTEGE puede interactuar con Jess y Java a través de Java Beans. El modelo de conocimiento de PROTEGE-2000 provee un sistema de marcos para la construcción de los principales bloques de la base de conocimiento en SIELAN.

## 5. Representación del conocimiento

Para soportar el proceso de diseño de redes locales basado en módulos, el esquema de representación del conocimiento desarrollado en SIELAN almacena conocimiento estático y dinámico, a través de una serie de módulos de conocimiento empleando el desarrollo de ontologías y lógica difusa así:

- El módulo conceptual almacena conocimiento organizado taxonómicamente, sobre los conceptos relacionados con el diseño de redes de Área Local. Utiliza una representación orientada a objetos.
- El módulo estructural define conocimiento de los componentes del modelo de diseño de redes utilizando una representación orientada a objetos.
- El módulo experto almacena conocimiento heurístico sobre la lógica del diseño. Incluye bloques funcionales para la definición de reglas y conocimiento difuso.
- El módulo metodológico almacena conocimiento de control sobre el proceso de diseño en forma de reglas.

SIELAN utiliza lógica difusa para el análisis de las variables básicas de diseño de una red LAN y para la toma de decisiones basado en dichas variables. SIELAN crea ontologías para representar el conocimiento conceptual y estructural del dominio del problema, abarcando principalmente los estándares tecnológicos existentes y representando la propuesta de diseño modular, especificada para la solución del problema de diseño.

## 6. Ejemplo de aplicación

El objetivo de esta sección es presentar un ejemplo de diseño de una red LAN empleando SIELAN.

*Ejemplo de diseño de una red para una firma de abogados.*

*Fase 1. Especificación de requerimientos:*

Se fijaron los siguientes requerimientos de diseño:  
 Numero de usuarios iniciales: 50

Número de impresoras: 10

Escalabilidad: 30%

Disponibilidad: poco crítica (99.7% fijado por defecto)

Rendimiento: poco crítico

Usabilidad: crítica

Adaptabilidad: crítica

Abordabilidad: crítica

Son prioritarios para el diseño de red la abordabilidad, la usabilidad, la adaptabilidad, y la escalabilidad.

Las aplicaciones de red usadas por la organización son: e-mail, procesamiento de texto, impresión en red, transferencia de archivos, acceso a Internet.

La organización está conformada por dos comunidades de usuarios: asistentes legales y asistentes administrativos con 30 y 20 usuarios iniciales respectivamente. La red contará con un almacén de datos en donde residen las principales aplicaciones.

El sistema obtiene las características de los flujos compuestos de interés seleccionando el peor de los casos para variables como QoS, retardo y disponibilidad de cada uno de los flujos individuales y sumando los valores para variables como el ancho de banda. Los flujos compuestos más importantes son los flujos desde cada comunidad de usuarios hacia el almacén de datos de la red y el flujo hacia internet.

*Flujos de tráfico compuesto*

Nombre	Protocolos	Ancho de banda	QoS	Disp %	Retardo
FC1	SMTP / POP	Intensivo	Flexible	99.7	Poco sensitivo
FC2		Algo intensivo	Flexible	99.7	Poco sensitivo
FC3 (hacia internet)	HTTP sobre TCP	Bajo	Flexible	99.7	Poco sensitivo

### Fase 2. Diseño de red

Basado en los requerimientos recolectados en la primera fase, el diseñador puede iniciar la fase de diseño. SIELAN especifica una topología de red por defecto que puede ser modificada por el usuario, adicionando o eliminando módulos grupo

de trabajo, centro de datos, etc. El diseño de red esta compuesto por dos módulos grupo de trabajo, un módulo centro de datos, un módulo núcleo, y un módulo de conectividad externa. Las soluciones de diseño obtenidas por SIELAN incluyen:

*Módulo grupo de trabajo1:* usar un Switch de 48 puertos, con Ethernet 10BaseT como tecnología de conexión de equipos terminales y Ethernet 100BaseT half-duplex para conexión al módulo núcleo.

*Módulo grupo de trabajo2:* usar un Hub de 48 puertos, con Ethernet 10BaseT como tecnología de conexión de equipos terminales y Ethernet 10BaseT half-duplex para conexión al módulo núcleo.

*Módulo núcleo:* usar un Switch 10/100BaseT de 8 puertos. módulo centro de datos. La tecnología de conexión del servidor recomendada es Ethernet 10BaseT.

*Módulo de Conectividad Externa:* Emplear un router con conexión LAN Ethernet 10BaseT y conexión WAN ISDN.

## 7. Conclusiones

En diseños de redes actuales es de vital importancia el análisis de factores críticos como abordabilidad, disponibilidad y rendimiento de la organización y de las aplicaciones de misión crítica que dan soporte a su misión de negocios. Un modelo de diseño de red modular da soporte a un estudio confiable de estos factores y conduce a diseños de red escalables, disponibles y de gran rendimiento.

SIELAN desarrolla una propuesta alternativa y confiable en la solución de problemas generales de diseño. La propuesta basada en módulos y modelos de diseño, sobre la base de la representación orientada a objetos, permite a cualquier sistema ser fácilmente actualizable y adaptable. SIELAN utiliza lógica difusa para formalizar reglas prácticas usadas por expertos en el diseño de redes LAN. La lógica difusa provee

una forma más adecuada de representar el conocimiento, optimizando el rendimiento del razonamiento y mejorando la administración de factores de certeza.

La experiencia en su desarrollo puede servir de base para futuros trabajos en el área de diseño de redes a diferente escala y, en general, en el área de las telecomunicaciones, como por ejemplo para la gestión de redes y servicios. El prototipo inicial de SIELAN provee un apoyo confiable en la toma de decisiones durante el proceso de diseño de una red para una edificación, empleando tecnologías y herramientas de última generación en el desarrollo de sistemas basados en el conocimiento.

## 8 Bibliografía

[1] H. I. Fahmy and C. Douligeris, "Applications of Hybrid Fuzzy Expert Systems in Computer Networks Design," presented at ESIT '99, The European Symposium on Intelligent Techniques, Crete, Greece, June 1999 [Online]. Disponible en: [http://www.erudit.de/erudit/events/esit99/12529\\_p.pdf](http://www.erudit.de/erudit/events/esit99/12529_p.pdf)

[2] A. Merabti. "Distributed Real-Time Systems: A Design Environment," M.A. Thesis, Department of Computing, University of Lancaster, Lancaster, UK, 1992 [Online]. Disponible en: <http://citeseer.nj.nec.com/cache/papers/cs/16611/ftp:zSzSzfzftp.comp.lancs.ac.ukzSzpubzSzreportszSzThesisAM.pdf/merabti92distributed.pdf>

[3] H. Van Dyke Parunak, J. Kindrick, and T. Toth-Fejel, "MAPCon: An Expert System to Configure Communications Networks," in Proceedings of the Fifth Conference on Artificial Intelligence Applications, 1990, pp. 23-28.

[4] S. Ceri and L. Tanca, "Expert Design of Local Area Networks," IEEE Expert, Vol. 5, No. 5, pp. 23-33, October 1990.

[5] P. Oppenheimer, Top-Down Network Design. Indianapolis, IN: Cisco Press, 2001.

[6] E. F. Hill. Jess: The Java Expert System Shell, Sandia National Laboratories [Online]. Disponible en: <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>

[7] Protégé-2000, Stanford Medical Informatics, The Stanford University School of Medicine [Online]. Disponible en: <http://protege.stanford.edu/>