

Introducción

Investigaciones en el campo de la Inteligencia Artificial (I.A.), han tenido varios éxitos importantes durante estos años recientes. Uno de los más significativos ha sido conocido como Sistemas Expertos (S.E.). Un S.E. es un sistema poderoso de cómputo que contiene conocimiento acerca de un campo específico para asistir a expertos humanos o proveer información inteligente a gente que no tiene acceso a un experto en un campo en particular. Los S.E. resuelven problemas en una área cerrada del problema, así como lo hace un experto humano. Estos sistemas representan el conocimiento usando símbolos en lugar de números y utilizan lógica simbólica y heurística para encontrar soluciones. Más recientemente, esta tecnología está siendo aplicada en el desarrollo de S.E. en varias áreas de los sistemas eléctricos de potencia con gran suceso.

Arquitectura típica de un S.E.

Un S.E. tiene tres grandes componentes, como se ilustra en la Figura 1. La Máquina Inferencial controla cómo y cuándo la información en la Base de Conocimientos (B.C.) es aplicada.

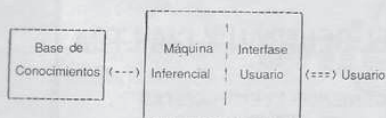
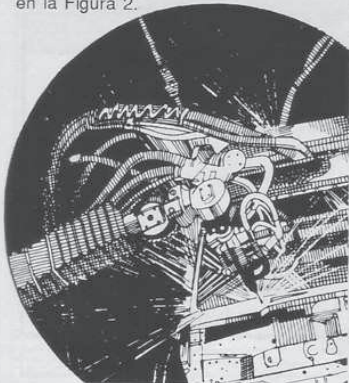
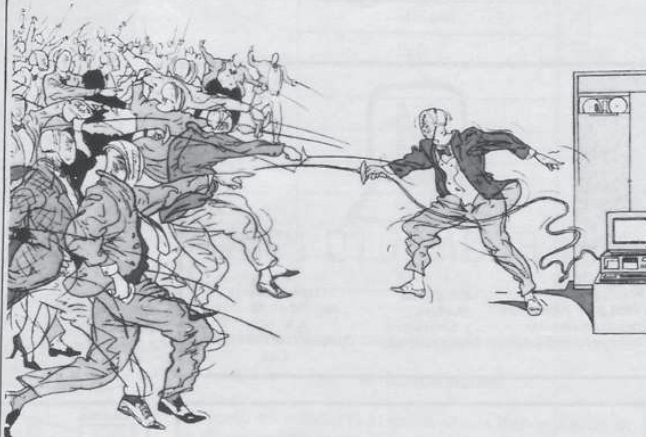


Figura No. 1. Arquitectura de un S.E.

Una B.C. contiene conocimiento acerca de un dominio en particular, incluyendo hechos, reglas y heurística para resolver problemas en el dominio específico. Los componentes de la B.C. se muestran en la Figura 2.



A Medida que la Competencia Mundial se Intensifica los Sistemas de Información Deben Convertirse en un Arma Competitiva



El aumento de la competencia a nivel mundial y el crecimiento de las expectativas del mercado están enfrentando a las empresas a un cambio acelerado, cambio que está modificando la forma como las empresas operan y compiten.

El papel de los sistemas de información para cumplir con éstos retos está cambiando también, pasando de una función de servicio a convertirse en un arma realmente competitiva.

Las estrategias de cómputo convencionales no pueden suministrar las capacidades requeridas para esta transición. De hecho la brecha entre los requerimientos de la empresa y lo que los sistemas convencionales pueden ofrecer, se abre cada vez más.

Los sistemas basados en microprocesadores, las redes de comunicación abiertas y los programas de industria estándar ofrecen ahora una alternativa económica apremiante, frente a las arquitecturas convencionales. Pero existe la necesidad de una nueva estrategia de cómputo que transforme los ambientes de cómputo tradicionales.

Tal estrategia debe producir varios beneficios claves: Un Ambiente de Sistemas Abiertos que se acomode a la más amplia selección de equipos y programas.

Un ambiente de aplicaciones intuitivo y poderoso para acceso transparente a los recursos de información a través de toda la empresa y un puente de comunicación con sus sistemas de información existentes, que proteja su inversión en sistemas aplicaciones y datos.

Para mayor información sobre la estrategia del Cómputo Cooperativo Abierto, por favor comuníquese con su representante de ventas.

Porque un mundo en permanente evolución pertenece a quienes dominan el cambio. Cómputo Cooperativo Abierto la estrategia para manejar el cambio.

NCR de Colombia. - Cra. 37 No. 30-20 - Tel. 269 65 11 - Bogotá

NECESIDADES DEL NEGOCIO
BRECHA DE CAPACIDADES
SISTEMA CONVENCIONAL
CAPACIDADES



jairo saavedra b. & cía. Ltda.

INGENIERIA ELECTRICA

**Diseño - Interventoría y construcción de sistemas eléctricos residenciales e industriales confiables.*

Calle 5 No. 84A-07 Local 3 Teléfono 305637 Cali - Colombia



**INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO
DE COMPUTADORES LTDA.**

**Venta y arrendamiento
de computadores**

IBM S/34 S/36 S/38 S/4300

Equipos periféricos

Cambios de modelo (upgrades)

Computadores personales

PC-1 - XT - AT - PS/2 - compatibles

**INSTALACION Y SERVICIO
ASESORIAS EN
INSTALACIONES FISICAS Y
TELEPROCESO**

OFICINAS EN TODO EL PAIS

Calle 25 N No. 5N-57 Oficinas 310-311-338
Teléfonos 680661 - 672457 - 672539
Fax (923) 681221 - A.A. 20322
Cali - Colombia

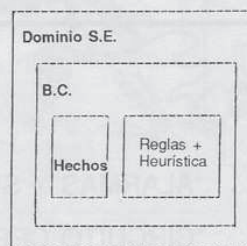


Figura No. 2. Componentes de la B.C.

La Interface del Usuario permite la comunicación entre el usuario final y el sistema. Debe responder preguntas simples acerca de puntos que pueden ser poco claros para los usuarios y explicar su proceso de razonamiento.

¿Por qué usar I.A. en Sistemas Eléctricos de Potencia?

El área de sistemas eléctricos de potencia trata con problemas difíciles y varias formas de resolverlos. Algunos de estos problemas son bien resueltos sin una técnica analítica por expertos en el dominio específico. Cuando hay buenos expertos disponibles en un dominio específico y el trabajo a ser resuelto en ese dominio es suficientemente difícil para soluciones algorítmicas, las tecnologías emergentes de I.A. pueden tener gran éxito. Muchos ejemplos pueden ser usados para ilustrar esta situación. Algunos de ellos son:

a. Un algoritmo eficiente y práctico para un modelo de un sistema real de poten-

cia no lo provee la teoría matemática porque esa clase de sistemas deben ser no-lineales, estocásticos, dinámicos, discretos y dependientes en retraso de tiempo (3).

b. No es difícil programar la lógica usada para la coordinación de protecciones de sistemas de potencia.

(4). Sin embargo, los compromisos que un ingeniero sabe se pueden hacer para obtener coordinación sin pérdida de velocidad son difíciles de modelar como un algoritmo para una solución con Software tradicional.

c. Los pasos, selección de contingencias e interpretación de resultados, en

confiabilidad de sistemas de potencia, hechos a alto nivel por expertos en confiabilidad, no son posibles con aproximaciones algorítmicas debido a la naturaleza de estas labores: orientadas por datos e intensas en conocimiento (11).

Finalmente, es bien sabido que los sistemas eléctricos de potencia se hacen cada vez más complejos y difíciles de operar. Los centros de control, por ejemplo, son lugares de toma de grandes decisiones técnicas donde las actividades basadas en el conocimiento y el control general son dejados a los operadores. Existe también la necesidad de buscar continuamente mejoras en la operación económica.

Revisión crítica de algunos S.E. desarrollados en Sistemas Eléctricos de Potencia

Esta sección es una revisión crítica de 15 S.E. reportados por publicaciones de la IEEE y reportes de Universidades de Europa. Algunos de ellos se encuentran en la fase de estudio de factibilidad. La Tabla 1 reúne la información clave usada para el análisis. Los espacios en blanco significan que no se da información sobre ese aspecto en el reporte respectivo.

Las arquitecturas seleccionadas, Figura 3 a 6, muestran la importancia y necesidad de una interfase eficiente con programas en FORTRAN (Sistema SCADA) y bases de datos. Sin embargo, esto es actualmente una buena intención. Una solución real es todavía esperada.

Arquitectura de algunos de estos sistemas

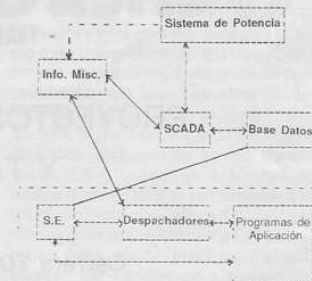


Figura No. 3. Sistema propuesto en (6).

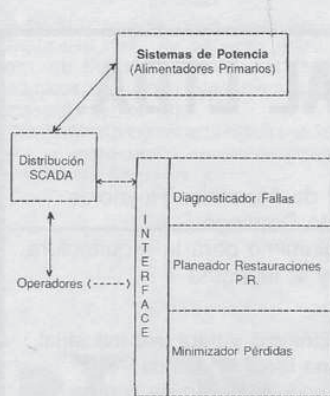


BOLSA DE OCCIDENTE S.A.

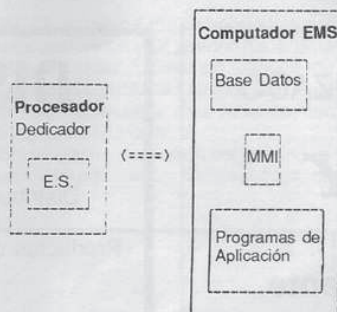
LA BOLSA DE OCCIDENTE
un lugar seguro
para su inversión

Consulte su COMISIONISTA DE BOLSA
un asesor experto...

Calle 8 No. 3-14 Piso 17 Telefax 816720 Télex 51217
A.A. 11718 NIT. 890.323.171-7
☎ Conm. 817022-24-26-27-28-29-31, 822306 - 894279
Cali - Colombia.



Ayudas operacionales S.E



Implementación Distribuida

Figura No. 5. Sistema propuesto en (11).

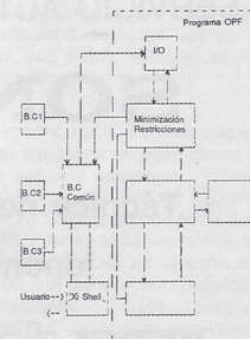


Figura No. 4. Sistema propuesto en (9)

El sistema propuesto en la Figura 5 considera un procesador dedicado a ejecutar el S.E. liberando la CPU para evitar afectar el resto del sistema.

Problemas claves encontrados en los S.E. de la Tabla 1.

- Los S.E. son todavía un área muy nueva.
- La respuesta en tiempo es en general relativamente larga.
- Es difícil mostrar que una base de conocimientos es correcta.
- El hardware tradicional no está estructurado adecuadamente para procesar

Figura No. 6. Sistema propuesto en (12)

el software de sistemas de conocimientos.
- Se necesita una forma eficiente para comunicar S.E. con software existente

Tabla 1

Ref.	Area	B.C.	Lenguaje	Interf.	
(1)	Selección Conti. Proces. Alarmas	Reglas En proy.	Computador Lisp	Fortran Deseada	ON/OFF
(2)	Protecciones - Fallas	IF-THEN Atrib.va	OPS5 Vax-780 Vax-750	Probable SCADA	OFF Prob.ON
(3)	Desp. Económico Load Prediction	Reg.prod. IF-THEN	Prolog. IBM-AT		
(4)	Factibilidad en Protecciones				
(5)	Factibilidad en Protecc. Fallas	IF-THEN	OPS5 VaxUnix-Vms 780	Probable SCADA	OFF Prob.ON
(6)	Ayuda despacho en C. de C. Fallas	IF-THEN 200 reg.	OPS83 VaxVms 11/780	Simplifi-a subprog	ON
(7)	Fallas	Hechos y Reglas	Prolog-KR Hitac280		
(8)	Fallas	IF-THEN 35-20	OPS5/C-3MicrVax Lisp OPSK Uni	Fortran 77 Probable	ON
(9)	Restauración de distrib.systems	Reglas Frames	Prolog - Pascal IBM-4341, PC		ON
(10)	Seguridad sistem en tiempo real	Basado en regla	Fortran C Lisp VaxVms 11/782		Posible ON
(11)	Seguridad Seguimie.Alarmas		LMI-PICON LMI Lambda	Proyecto	ON
(12)	Análisis Optim. flujo potencia	IF-THEN Reglas	XiPlus PC	Nivel (PC) Asembler	
(13)	Procesamiento de Alarmas (EMS)	IF-THEN Reqlas	LISP	No	Simulac. T. Real
(14)	Procesam. Control en T. real	Basado en regla	POPLOG VaxVms 11/730	Fox 1/A	ON
(15)	Simulación	Marcos	Turbo Prolog. IBM PC y Compat	Probable PSI Dbase	



Solocables LTDA.

CABLES ELECTRICOS - ALTA, BAJA TENSION
ALUMINIO - ESMALTADOS

OFICINA Y ALMACEN

Calle 14 No. 2-38
Tels.: 817571 - 817574
Telefax (923) 817575
Apartado Aéreo No. 9749
Carrera 6a. No. 15-89
Tel.: 802372
Cali

en Sistemas de Potencia. Este software está escrito básicamente en Fortran. Hay también bases de datos para comunicar S.E.

- Se necesitan mejores interfaces en lenguaje natural soportadas por gráficas.

Proyecto Propuesto (Diseño Preliminar)

El objetivo es determinar el proceso usado por humanos trabajando en el campo de los sistemas eléctricos de potencia para encontrar una solución a un problema específico y después simular ese proceso en el computador. El proceso trata con la "ley de Collins" o métodos heurísticos para procesar información. Con el fin de cumplir esta tarea, un sistema experto debe ser desarrollado. Para hacerlo, las siguientes etapas son necesarias:

1. Entender el problema.
2. Especificar los requerimientos.
3. Elaborar el diseño.
4. Implementación.
5. Instalación.
6. Operación y mantenimiento.

Entender el Problema. Con dos partes:

- a. Identificación
- b. Conceptualización

Las aplicaciones potenciales han sido descritas en el literal II. Se requiere entonces un trabajo muy estrecho con un experto de una de las compañías de electricidad en Colombia para describir detalles especiales del problema que el sistema experto intenta resolver. Después, la categoría general del sistema se especifica como una de las siguientes: Interpretación, predicción, diagnóstico, planeación, monitoreo, control, etc.

En este artículo tres áreas se proponen para Colombia: Análisis de contingencias, Operación y administración económica, y Protección del sistema de potencia.

Con el fin de discutir las con el experto, tres aspectos del problema deben tenerse en consideración: posibilidad de desarrollo, justificación y atributos que lo hacen un caso apropiado. El desarrollo es posible si el problema no requiere sentido común, existen expertos genuinos y el problema no es entendido pobremente. El proyecto es justificado

Onatec Ltda.

TECNOLOGIAS ASOCIADAS
Importación - Distribución
de Equipos Eléctricos

ABB
ASEA BROWN BOVERI

- a.- Contactores principales y auxiliares.
- b.- Relés térmicos.
- c.- Bancos de condensadores en media y baja tensión.
- d.- Transferencias automáticas.
- e.- Arrancadores para motores.

TYF INDUSTRIAS TYF S. A.

- a.- Transformadores (secos y en aceite).
- b.- Subestaciones tipo pedestal (Pad Mounted).
- c.- Reguladores automáticos de voltaje electrónicos.

OFICINAS

Calle 28 Norte No. 2BN-09 piso 4 esquina
Avenida Vasquez Cobo
Teléfonos: 678775 - 76 - 362890
Fax: 678775

Carrera 15 No. 120-81 (301)
Tels.: 2150084 - 2150363
Fax: (91) 2150474
Bogotá D.E. 10

si el beneficio económico es claro o se está perdiendo experiencia humana, o se necesita experiencia en un ambiente hostil, o la experiencia se necesita en varios lugares. Finalmente, el problema es apropiado si requiere manipulación de símbolos, soluciones heurísticas, no es demasiado fácil y tiene valor práctico. Para este diseño preliminar, se seleccionó el área de protección de un sistema de transmisión eléctrica. Categoría genérica del sistema: Interpretación.

Esta clase de sistemas típicamente usa datos sensados para inferir descripción de situaciones. La interpretación trata con datos reales que son incompletos, dispersos o erróneos.

Cuando una falla ocurre en un sistema de potencia, pueden aparecer corrientes muchas veces mayores que los valores nominales de los elementos componentes del sistema. A menos que tales corrientes sean interrumpidas muy pronto, daños severos pueden ocurrir a equipo costoso, así como interrupciones del servicio de energía por períodos largos de tiempo.

Aparatos de protección se instalan en un sistema de potencia en una forma tal que ellos puedan aislar sólo la sección del sistema con falla con el fin

de minimizar la extensión del corte de energía causado por la falla. Los aparatos usados para detectar las condiciones anormales (sobrecarga, sobrevoltaje, bajo voltaje, baja frecuencia) son relés seleccionados. Los relés más comunes son: sobrecarga, diferencial, direccional y distancia.

Para el sistema propuesto en este proyecto, suponga un sistema radial de 2 barras como en la Figura 7:

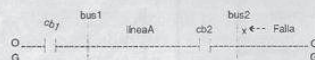


Figura No. 7. Sistema de dos barras.

Si una falla ocurre donde se indica, es conveniente alertar cb1 (relé de distancia) para que pueda actuar en el evento de que falle cb2 en saltarse.

El sistema experto se requiere para un ambiente en línea. Debe explicar su proceso de razonamiento y responder preguntas en español.

Es deseable encontrar una forma de interface con el software existente. (Portran y Bases de datos).

Finalmente, como trabajo interactivo entre el ingeniero del conocimiento y

el experto, se requiere un diagrama del proceso para mostrar las relaciones entre objetos y procesos.

Recursos Disponibles:

- Un minicomputador HP-9000/500.
- Compiladores: Pascal, C, Fortran 77, (Bajo UNIX).
- Prolog, Lisp (Bajo MS-DOS).
- Un investigador, tiempo parcial.
- Dr. K.L.L.O. Jefe grupo investigaciones en Sistemas de Potencia, Universidad de Strathclyde.

Recursos requeridos:

- Una estación de trabajo para I.A. (Un buen ambiente de programación mejora la productividad).
- Compiladores: Lisp, Prolog y un Shell.
- Un investigador.
- Un experto colombiano en el área del proyecto.
- Tiquetes y viáticos para dos visitas técnicas internacionales.

Especificación. Aquí, los requerimientos deben ser especificados por medio de una abstracción del problema real. Para el propósito de este diseño preliminar se especifica un sistema de protección de potencia de 4 barras. En la Figura 8, las conexiones, los dispositivos y una coordinación completa de la red usada, son ilustrados.

LA EXCELENCIA!

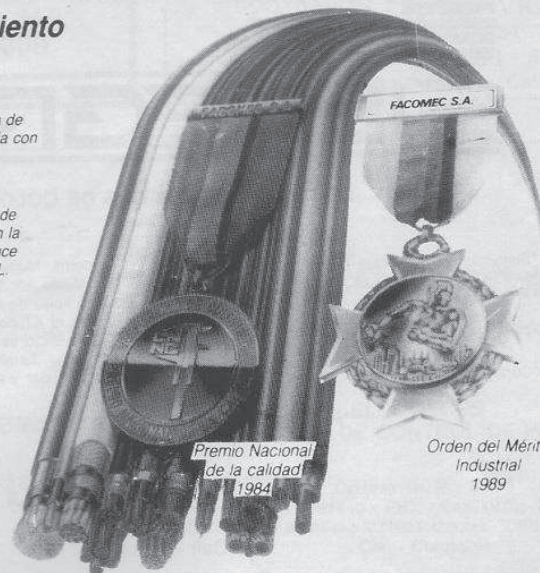
**Un reconocimiento
más allá
del liderazgo.**

FACOMEC: Primera fábrica de cables establecida en Colombia con alta tecnología.

Eso es liderazgo!

FACOMEC: Premio Nacional de la Calidad y hoy galardonado con la Orden del Mérito Industrial, produce con sellos de calidad Icontec y UL.

Eso es excelencia!



Si una falla ocurre en el lugar mostrado, solamente el breaker cb20 debe actuar. La tarea del S.E. será interpretar situaciones similares.

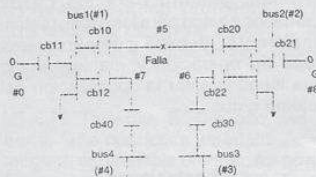


Figura No. 8. Sistema de 4 barras.

El problema es a continuación subdividido en otros más pequeños.

Diseñar la Base de Conocimientos.
Respuestas a preguntas.

En un problema de interpretación, como fue explicado arriba, el usuario podría desear preguntar, ¿Cómo el S.E. llegó a esa conclusión? El S.E. debe responder esa pregunta en forma natural y apropiada (en español).
Aprender nuevo conocimiento.

El S.E. debe estar capacitado para hacer preguntas obteniendo información adicional.

Explicación
El sistema debe estar capacitado para explicar su proceso de razonamiento.

Diseño Preliminar. La arquitectura general para un S.E., Figura 1, es adaptada para un diseño preliminar. A medida que el proyecto avanza, ese modelo puede cambiar.

Diferente tipo de representaciones del conocimiento han sido estudiadas [23]. Las más apropiadas para el proyecto son: sistema basado en reglas y sistema basado en marcos. Dependiendo del problema específico a ser seleccionado una de estas debe ser implementada.

Otros sistemas expertos que resuelven problemas del área y que pueden ser tomados como referencia para este proyecto son descritos en [5] y [7]. La información requerida por el S.E. de los sistemas eléctricos de potencia es usualmente dividida en tres niveles [5]:

> Topológico: describe cómo los dispositivos en la red están interconectados.

> Dispositivos: información acerca del dispositivo y su estado.

> Comportamiento: estrategias de control y procedimientos usados. Para un sistema específico los dos primeros niveles pueden ser representados en la B.C. como datos conocidos. El nivel de comportamiento por medio de reglas.

De nuevo, trabajando con el experto en ejemplos para identificar los datos y las reglas específicas usadas en los problemas que normalmente él resuelve, nos conduce a un diseño general del espacio de representación.



INGELEC

INGENIEROS ELECTRICISTAS LTDA.

DISEÑO Y CONSTRUCCION
DE SISTEMAS ELECTRICOS

Carrera 61 No. 2A-93 - A.A. 447

Tels: 513103 - 520309

Cali - Colombia



PROINTEL LTDA.

PROYECTOS E INSTALACIONES
ELECTRICAS

29 AÑOS DE SERVICIO

Av. 5a. AN No. 45-34

Teléfonos: 640541 - 646421 - 644554

Aptdo. Aéreo 10089 - Cali



CALI - COLOMBIA

C.I. CELCO LTDA.

COMERCIALIZADORA INDUSTRIAL DE COMPONENTES ELECTRICOS

Productos Industriales

GENERAL ELECTRIC

SUB ESTACIONES
TABLEROS ELECTRICOS
CENTROS DE CONTROL DE MOTORES

Carrera 1a. No. 56-43

Tels: 461440 - PBX - Fax: (923) 464355

A. Aéreo 031911 Cables "CIPEL"

Cali - Colombia

Una primera aproximación es:

Para el nivel topológico:
Predicado (lista de términos)

nombre-genérico-elemento
[nombre-específico nodos]

Para nuestra red:
bus [(bus1 #1) (bus2 #2) (bus3 #3)
(bus4 #4)]

Breaker [(cb11o #1) (cb10 #1 #5).....]
línea [(líneaA #1 #2) (líneaB #2 #3).....]

Donde #1, etc., indica el número del
barraje (o bus).

Para el nivel dispositivos:
nombre-genérico-dispositivo
[(nombre-específico [parámetros] estado)]
Ej: línea (líneaA, [Acsr, 30km], energizada)
breaker (cb11, [#0 #1], ON)
Para el nivel comportamiento:
IF algo X ocurre THEN acción Y debe
haber ocurrido
Ej: IF falla Fx ocurre THEN salto del cby
debe haber ocurrido

Adicionalmente, para el problema
específico algunos casos de prueba
deben ser diseñados.

Implementación fuera de Línea. La
Implementación fuera de línea consta
de dos partes:
Codificación

Prueba fuera de línea (Validación de
reglas)

Para un prototipo preliminar, se ha
escogido el lenguaje Prolog, básicamente
porque es una herramienta general, en
este momento no se conoce un entorno
(shell) con una buena interface en
español, y tiene construida interna-
mente una máquina inferencial.

En el momento un ejemplo sencillo se
ha codificado en C- Prolog siguiendo
el método explicado en [7]. C-Prolog
es un interpretador escrito en C para
equipos VAX/VMS. El código solamente
tiene parte de la base de conocimientos
con algunos datos (hechos) y reglas.
La red usada fue la especificada en la
Figura 8.

La fase de prueba trata con la validación
de las reglas que han sido formuladas
trabajando con el experto.

En un futuro deberá hacerse la ins-
talación en una de las compañías de
electricidad de Colombia. Una vez se
cumpla esta etapa se realizará la prueba
en línea, primero para los casos
diseñados y luego reglas. La red usada
fue la especificada en la Figura 8.

La fase de prueba trata con la validación
de las reglas que han sido formuladas
trabajando con el experto.

En un futuro deberá hacerse la ins-
talación en una de las compañías de
electricidad de Colombia. Una vez se
cumpla esta etapa se realizará la prueba
en línea, primero para los casos
diseñados y luego para los casos reales.
Finalmente, deberá cumplirse una
etapa de operación y mantenimiento
para luego intentar la optimización del
sistema global.

Conclusiones

Varios usos y aplicaciones justificados
de sistemas expertos en sistemas
eléctricos de potencia han sido
revisados, así como los problemas más
significativos en su desarrollo. Tres de
ellos han sido seleccionados para un
análisis previo de factibilidad en Colom-
bia: Análisis de Contingencias,
Operación y Administración, y Protec-
ciones.

Una metodología de aproximación al
problema se ha descrito para uno de
los casos propuestos y un diseño
preliminar se ha realizado para una red
hipotética.



7 buenas razones para que ud. elija a Cali

-  Hotel Obelisco
-  Hotel Americana
-  Royal Plaza Hotel
-  Hotel Astoria
-  Hotel Plaza
-  Hotel Miami
-  Hotel del Mar

GRUPO KLONIS HOTELES
Informes y Ventas
Tels.: 834874-807710 Cali

COMPUTADORES COMUNICACIONES E INGENIERIA LTDA.



ASESORIA Y CONSULTORIA EN HARDWARE

Mantenimiento especializado de:

MICROCOMPUTADORES COMPATIBLES
IMPRESORAS DE PUNTO - MONITORES
DE VIDEO - TERMINALES - TECLADOS
REVISION Y DIAGNOSTICO
CONFIGURACION E INTEGRACION
DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS

Venta de:

MICROCOMPUTADORES Y SUS
PERIFERICOS
ACCESORIOS Y SUMINISTROS

Calle 23B Norte No. 3N-30 Of. 200-301
Tels: 676088 - 676085 - Edif. Lina Cristina
Apartado Aéreo 33262
Cali - Colombia

Referencias

ARTICULOS

- [1] R.P. Schulte, G.B. Sheble, et al., "Artificial Intelligence solutions to power system operating problems", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. PWRS-2, No. 4, pp. 920-926, November 1987.
- [2] S.N. Talukdar, E. Cardozo and T. Perry, "The operator's assistant-An intelligent, expandable program for power system trouble analysis," IEEE Transactions on Power Systems, Vol. PWRS-1, No. 3, pp. 182-187, August 1986.
- [3] X.Y. Liu and K.L.Lo, "An expert system for the operation of a power system," University of Strathclyde, UK.
- [4] L.L.Lay, "Feasibility study in applying expert systems to power system protection," North Staffordshire Polytechnic, Stafford, st18 OAD.
- [5] M. Pereira, "Artificial intelligence technologies for power system operations," EPRI report, Palo Alto, California, 1986.
- [6] K. Tomsovic, P. Ackerman and S. Pope, "An expert system as a dispatcher's aid for the isolation of line section faults," IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. PWRD-2, No. 3, pp. 736-743, July 1987.
- [7] C. Chihoro, J. Kawakami, "An expert system for fault section estimation using information from protective relays and circuit breakers," IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. PWRD-1, No. 4, pp. 83-90, October 1986.
- [8] E. Cardozo and S.N. Talukdar, "A distributed expert system for fault diagnosis," IEEE-PICA 87, pp.101-106, 1987.
- [9] C.C. Liu, S.J. Lee and S.S. Venkata, "An expert system operational aid for restoration and loss reduction of distribution systems," IEEE-PICA 87, pp. 79-85, May 18-22, 1987.
- [10] D.J. Sobajic and Y.H. Pao, "An artificial intelligence system for power system contingency screening," IEEE PICA-87, pp. 107-113, 1987.
- [11] R.D. Christi and S.N. Talukdar, "Expert systems for on line security assessment - A preliminary design," IEEE PICA 87, pp. 114-119.
- [12] S. Zitouni and B. Ramsay, "An expert system for optimal power-flow studies," University of Dundee, Dundee, Scotland.
- [13] B.F. Wollenberg, "Feasibility study for an energy management system intelligent alarm processor," IEEE Transactions on power systems, Vol. PWRS- 1, No. 2, pp. 241-247, May 1986.
- [14] R.R. Leitch and R. Kraft, "A real time knowledge based system for product quality control," Heriot-Watt University, UK and systems Designers plc, UK, pp. 281-286.
- [15] D.A. Linkens, et al., "Artificial intelligence techniques applied to simulation," University of Sheffield, pp. 275-280, UK.
- [16] J.F. Hery, "Artificial Intelligence: Towards Practical Application", 1985.

SISTEMAS ELECTRICIDAD ELECTRONICA

ESTUDIE LAS PROFESIONES
DEL PRESENTE Y EL FUTURO EN EL



*12 años de experiencia en
la formación de técnicos*

CALI: Avenida 8N No. 10N-21
Teléfonos: 682286 - 679610

MEDELLIN: Carrera 42 No. 49-85
Teléfonos: 2390372 - 2392867

EDUCACION NO FORMAL



POLO INGENIERIA LTDA.

INGENIEROS CONTRATISTAS

**Ingeniería civil, eléctrica
y telefónica**

Oficinas: Avenida 6a No. 45N-20
Teléfonos: 645474 - 645475

Apartado Aéreo 11714 - Telefax: (923) 645481
Cali - Colombia

Afiliados a ACIEM, CAMACOL, Cámara de
Comercio de Cali

[17] K. Parsaye and M. Chignell, "Expert Systems for Experts", Wiley, 1988.

[18] M. Yazdani, "Artificial Intelligence. Principles and applications", Chapman and hall Computing, 1986.

[19] Y. Shirai and J.I. Tsujii, "Artificial Intelligence. Concepts, techniques and applications", Wiley, 1984.

[20] I. Graham and P.L. Jones, "Expert Systems, Knowledge, Uncertainty and Decision", Chapman and hall computing, 1988.

[21] R.P. Gabriel, "Performance and evaluation of LISP systems", MTI Press series in computer systems, 1985-1986.

[22] IEEE 1987 Power Industry Computer Application Conference. PICA87, Montreal, Quebec, Canada, May 18-22, 1987.

[23] G.A. Ringland and D.A. Duce (Eds.), "Approaches to Knowledge Representation-An Introduction", Wiley 1988, USA, Research Studies Press LTD, England, 1988.

[24] L. Bolc and M.J. Coombs (Eds.), "Expert Systems Applications", Springer-Verlag, 1988.

[25] The Electrical Council, "Power System Protection 3 Application", Peter Peregrinus Ltd., UK, NY, 1981.

Hoja de Vida

José Antonio Abadía. Ingeniero Electricista, Universidad del Valle, 1975. Magister en Ingeniería Eléctrica y Computadores, Universidad Carolina del Sur, USA, 1984. Profesor Asociado del Departamento de Electricidad, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle desde 1976.

PERSONAL DOCENTE DEL DEPARTAMENTO ELECTRICO

Damos a conocer la nómina del personal docente del Departamento de Electricidad de la Universidad del Valle, con especificación de los títulos, categoría y dedicación de cada uno de sus integrantes, así:

NOMBRE	TITULO	CATEGORIA	DEDICACION
Luis Alfonso Elvira Mejía	Ingeniero Electromecánico	Profesor Titular	Tiempo Completo
Iván E. Ramos	Ingeniero Electricista	Profesor Titular	Tiempo Completo
Jairo Panesso Tascón	Ingeniero Electricista	Profesor Titular	Tiempo Completo
Edgar Charry Rodríguez	Ingeniero Electromecánico	Profesor Titular	Tiempo Integral
Carlos Alberto Franco Gutiérrez	Ingeniero Electromecánico	Profesor Titular	1/3 Tiempo
José Antonio Abadía Narváez	Ingeniero Electricista	Profesor Asociado	Tiempo Completo
Omar López Valderrama	Ingeniero Electromecánico	Profesor Asociado	Tiempo Completo
Guillermo Aponte Mayor	Ingeniero Electricista	Profesor Asociado	Tiempo Completo
Hernando Vásquez Palacios	Ingeniero Electricista	Profesor Asociado	Tiempo Completo
Luis Eduardo Barrios Prieto	Ingeniero Electricista	Profesor Asociado	Tiempo Completo
Juan Manuel Gers Ospina	Ingeniero Electricista	Profesor Asociado	Medio Tiempo
Oscar Román Tudela Rangel	Ingeniero Electricista	Profesor Asociado	1/3 Tiempo
Edgar Villamarín López	Ingeniero Electricista	Profesor Asistente	Tiempo Completo
Jorge Eliécer Patiño Mercado	Ingeniero Electricista	Profesor Asistente	Tiempo Completo
Gonzalo Ulloa Villegas	Ingeniero Electricista	Profesor Asistente	Tiempo Completo
Eduardo F. Caicedo Bravo	Ingeniero Electricista	Profesor Asistente	Tiempo Completo (C.E.)
Jairo Arcesio Palacios	Ingeniero Electricista	Profesor Asistente	Tiempo Completo
Peñaranda	Ingeniero Electricista	Profesor Asistente	Tiempo Completo
Jairo Palomino de la Cruz	Ingeniero Electricista	Profesor Asistente	Tiempo Completo
Bernardo Naranjo Ossa	Ingeniero Electricista	Profesor Asistente	Medio Tiempo
Mario Páez Delgado	Ingeniero Electromecánico	Profesor Asistente	Medio Tiempo
Héctor Cadavid Ramírez	Ingeniero Electromecánico	Profesor Asistente	Tiempo Completo
Carlos Rafael Pinedo Jaramillo	Ingeniero Electricista	Profesor Auxiliar	Tiempo Completo
José Miguel Ramírez Scarpetta	Ingeniero Electricista	Profesor Auxiliar	Tiempo Completo
Jaime Velasco Medina	Ingeniero Electricista	Profesor Auxiliar	Tiempo Completo
Martha Cecilia Amaya Encizo	Ingeniero Electricista	Profesor Auxiliar	Tiempo Completo
Nayiver Gladys Caicedo Delgado	Ingeniera Electricista	Profesora Auxiliar	Medio Tiempo
Alberto Galindo Polanco	Tecnólogo Electrónico	Auxiliar Cátedra N.I.	Tiempo Completo
Luis Hernán Cuéllar Flor	Tecnólogo Electrónico	Auxiliar Cátedra N.I.	Tiempo Completo
Jesús Hernando Franco	Tecnólogo Electrónico	Auxiliar Cátedra N.I.	Tiempo Completo
Fernández	Tecnólogo Electrónico	Auxiliar Cátedra N.I.	Tiempo Completo
Jesús Alberto González	Tecnólogo Electricista	Auxiliar Cátedra N.I.	Tiempo Completo

Calí, Octubre de 1989