

Sistema de diagnóstico para la estimación de secciones en fallo en sistemas eléctricos de potencia

Marta Bravo
Humberto Machado
Zenaida García

Alain Álvarez
Isis Bonet
Norma E. Cabrera

Recibido: Julio del 2006

Aprobado: Septiembre del 2006

Resumen / Abstract

El sistema de diagnóstico para la estimación de secciones en fallo (SDESF) para sistemas eléctricos de potencia (SEP) expuesto en el trabajo, usa la información procedente de los relés operados e interruptores disparados. Está escrito en Prolog, lenguaje de inteligencia artificial e implementado en una computadora personal. La tarea básica de este sistema es entrenar a los despachadores y utilizarlo como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones del despachador ante situaciones de emergencias complejas con un ambiente computacional de usuario amigable. Este sistema ha sido verificado prácticamente por pruebas realizadas en el SEP del territorio central de Cuba y los resultados preliminares de las pruebas sugieren que puede ser implementado para el entrenamiento de despachadores. Se ha demostrado la efectividad del sistema para identificar la localización del fallo muy eficientemente, por lo tanto, puede servir como un instrumento valioso de ayuda para la localización de fallos, y puede ser usado en las universidades como medio de enseñanza. El sistema en un futuro pudiera ser ampliado para conectarse al sistema Scada (Sircre-2) a tiempo real para la estimación de secciones en fallo on-line.

Palabras clave: Sistemas expertos, inteligencia artificial, protecciones eléctricas, localización de fallas

The diagnostic system to estimate faulty sections (DSEFS) in power electric systems (PES) shown in the work it uses the information coming from the relays and breakers operated. It is written in Prolog Language of artificial Intelligence and implemented in a personal computer. The basic task of this system is to train the dispatchers and to use it like a support tool to the taking of the dispatcher's decisions before situations of complex emergencies with an ambient computacional of friendly user. This system has been verified practically by tests carried out in the PES of the central territory of Cuba and the preliminary results of the tests suggest that it can be implemented for the training of dispatchers. The effectiveness of the system has been demonstrated to identify the localization of the failure very efficiently, therefore it can be good as a valuable instrument of help for the localization of shortcomings and it can be used in the universities like half of teaching. The system can in a future to be enlarged to be connected to the system Scada (Sircre-2) on time real for the estimate of sections in on-line failure.

Key words: Expert systems, artificial intelligence, electric protection, failure localization

INTRODUCCIÓN

El suministro de potencia ininterrumpido con cierta calidad es el objetivo o fin principal de un sistema eléctrico de potencia (SEP); aunque los fallos son inevitables y pueden ocurrir debido a diferentes causas. Para rehabilitar el servicio se requiere la identificación

y aislamiento rápido de la sección en fallo. Sin embargo, la estimación de la sección en fallo es una dificultad, especialmente en casos de fallos de operación de relés e interruptores, y para aquellos casos de fallos múltiples, pues el área de desconexión es grande y el problema se complica.

Ante esta situación, el despachador del SEP necesita aplicar un razonamiento lógico y su experiencia para determinar el conjunto de acciones que aislarán la sección en fallo en forma precisa, para minimizar las consecuencias de la interrupción del servicio. Estos deben realizar un conjunto de tareas dentro de un tiempo limitado. En la práctica, la experiencia del personal tiene un gran peso en la identificación de la falla.

Un sistema computacional basado en conocimiento empleando las técnicas de inteligencia artificial es adecuado para el diagnóstico de secciones en fallo. Puede servir para el entrenamiento de los despachadores en los despachos de carga y para el análisis de la operación de las protecciones por parte del personal técnico relacionado con la actividad e incluso puede usarse para la estimación automática de la sección en fallo a tiempo real *on-line*. Es un programa de computación que imita el comportamiento de un experto humano en la solución de problemas complejos los que requieren un conocimiento intensivo y una gran experiencia.

DESARROLLO

En los SEP se reportan múltiples aplicaciones de los sistemas basados en conocimientos relacionados con la restauración de los SEP,¹ herramientas de ayuda para la supervisión, análisis de redes, planeamiento de SEP,^{2,3} despacho económico, control de cargas, análisis de contingencias,⁴ interpretación de señales y alarmas,^{5,6} herramientas para el entrenamiento de operadores de subestaciones de potencia,^{5,7} y simuladores para el entrenamiento de operadores.⁸ Por otra parte, también se han desarrollado sistemas expertos para la estimación de secciones en fallo,⁹⁻¹¹ sistemas de aviso para el despachador y procesamiento de mensajes,¹² sistemas de ayuda para el despachador para el aislamiento de secciones de línea en fallo, sistemas para la identificación, clasificación del tipo de fallo y selección del algoritmo de localización de fallos,^{13,14} etcétera.

La ingeniería del conocimiento o inteligencia artificial ha logrado avances significativos en la solución de problemas relacionados con los SEP, que no responden a un algoritmo matemático definido, por lo que el desarrollo de sistemas de conocimientos o expertos, imitan el comportamiento de un experto humano en la solución de problemas complejos que requieren de un conocimiento amplio y mucha experiencia.

Estos sistemas basados en conocimiento están formados en general por un programa lógico mediante

el cual se hace la representación del conocimiento en bases de conocimientos y un método de solución al problema o mecanismo de inferencia. El programa lógico está compuesto por **hechos**, que son afirmaciones acerca del objeto que se va a definir, y **reglas**, que son las que describen las relaciones entre los **hechos**. El mecanismo de inferencia chequea los **hechos y reglas** por el mecanismo de comparación de patrones y el de vuelta atrás (*backtracking*) y encuentra la solución que satisface cada **regla**. El mecanismo de inferencia contiene tres partes principales: un método de búsqueda dinámico, la aproximación por vuelta atrás y un conjunto de operaciones de intersección.

El sistema basado en conocimiento SDESF posee una interfase amigable por medio de un editor gráfico estilo Windows cuyo ambiente está realizado en C++,¹⁵ y es capaz de configurar las bases de conocimiento^{11,16} a partir de un conjunto de preguntas formulados al usuario acerca de la configuración de la red, lo cual permite describir la configuración de la red sin importar la complejidad que tenga el SEP, que forma las bases de conocimientos necesarios para el análisis del SEP deseado.

El sistema tiene una interfaz con un programa lógico escrito en Prolog¹⁷ que se encarga de realizar el proceso de inferencia a partir de los datos de entrada de los relés e interruptores que operaron suministrados por el usuario. El mecanismo de inferencia procederá a la búsqueda de la solución más probable según la situación creada y está estructurado en forma jerárquica en cuanto a complejidad de la hipótesis a verificar, y el resultado final será mostrado en el editor gráfico.

Las **reglas**¹⁶ se obtuvieron a partir de encuestas realizadas a especialistas y a los despachadores de experiencia, tratando de imitar o reproducir los procesos de razonamientos empleados por los especialistas de los despachos de carga a partir de las características de operación de cada protección existente, determinando sobre qué interruptores actúa cada protección de forma primaria y de respaldo.

Para la identificación de las secciones en fallo el SDESF prueba un conjunto de hipótesis establecidas en forma jerárquica, de forma tal, que pueda dar respuesta a cualquier situación creada.

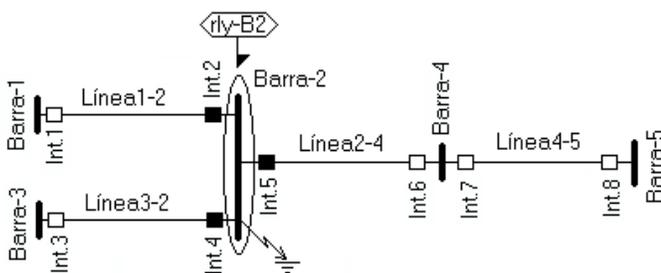
El sistema, usando el conocimiento conceptual y simplificado contenido en sus bases de conocimiento, da respuesta a las siguientes preguntas: **¿Cuál es la sección más probable dónde ocurrió el fallo según**

la situación creada?, ¿Cuál es la secuencia de operación de los relés e interruptores?, ¿Cuál es la causa que provocó la presente situación?

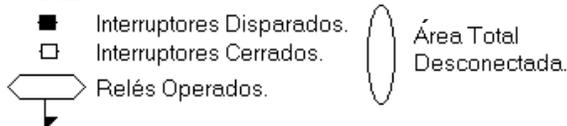
Al ocurrir un fallo en el SEP, el lugar del mismo debe ser detectado y aislado del resto del sistema por la operación conjunta de interruptores y relés de protección, los cuales deben operar adecuadamente para aislar la zona fallada. La operación de los interruptores crea un área total desconectada dentro de la cual se encuentra la sección donde ocurrió el fallo. Cuando la operación de los interruptores y relés es correcta el área total desconectada incluye un solo elemento que se corresponde con la sección donde ocurrió el fallo, tal como se muestra en la figura 1.

Como se puede observar en la figura 1, el área encerrada por los interruptores operados (Int.2, Int.4, Int.5) contiene un solo elemento que es la barra (barra-2) y es el lugar donde ocurrió el fallo; detectado por el relé diferencial de la barra-2 (rly-B2) el cual operó normal al igual que los interruptores asociados al relé (Int.2, Int.4, Int.5).

Sin embargo, pueden existir situaciones en las que se presentan operaciones incorrectas o fallos de operación en interruptores y(o) relés por lo que provocan que el fallo sea liberado por un número mayor de interruptores que el necesario, ocasionando un incremento en el área total desconectada, por lo tanto, el área encerrada por los interruptores contiene más de un elemento como posible lugar de fallo, dentro de los cuales se encuentra el elemento realmente fallado. Además, existe la posibilidad de la ocurrencia de fallos múltiples provocando que la situación se torne aún más compleja de interpretar.



Nota:



Formación del área total desconectada por la operación normal de los relés e interruptores.

Para la estimación y justificación de las secciones en fallo se procederá de la siguiente forma:

Los interruptores y relés que operaron [Int.i (i =1, 2, 3n) y rlyi (i=1, 2, 3.....n)] al ocurrir un fallo en el SEP son introducidos al sistema de diagnóstico de forma manual por parte del usuario.

- Después que son introducidos los relés e interruptores operados se procede a la búsqueda de los elementos protegidos por cada interruptor y relé operado, dándolos como candidatos a posibles lugares en fallo. Seguidamente, el mecanismo de inferencia procede a determinar los lugares de fallo más probables potencialmente, ejecutando un conjunto de procesos de intersección.

- Las hipótesis están organizadas en forma jerárquica, de forma tal, que se van probando según su jerarquía. Se comienza por el nivel más bajo.

- La primera hipótesis que se prueba es la de operación normal y cuando encuentra alguna contradicción en el proceso de inferencia, lo cual significa que el problema no tiene solución con esta consideración, estima la existencia de algún fallo de operación y prueba la hipótesis de fallo de operación. Continúa con el proceso de inferencia hasta que encuentra alguna contradicción, entonces considera la existencia de una falsa operación y prueba la hipótesis de operación incorrecta. Si aún así sigue existiendo contradicción y no logra justificar la operación de la totalidad de los interruptores y relés operados, estima entonces la posibilidad de la existencia de fallas múltiples.

- La inferencia para fallos múltiples se realiza dividiendo los relés e interruptores operados en grupos, correspondiendo cada uno de estos subgrupos con cada fallo simple y se le aplican las reglas de fallo simple a cada uno de los subgrupos en forma independiente, dando lugar a secciones en fallo locales, las que se corresponden con cada intersección local. Para poder determinar la sección que realmente falló, es necesario justificar la operación de cada interruptor con el fin de detectar la protección que falló u operó incorrectamente.

La identificación de los elementos o secciones que se encuentran dentro del área desconectada, que son las secciones más probables donde pudo ocurrir el fallo, se determinan a partir de las relaciones existentes entre los interruptores que operaron y los elementos a los cuales protegen, ya sea en forma primaria o en forma de respaldo. Esto se obtiene a partir del conocimiento almacenado en las bases de conocimientos obtenidas a través del editor gráfico; estas son:

- **Base de conocimiento 1:** Almacena los conocimientos acerca de la configuración de la red.

- **Base de conocimiento 2:** Almacena los conocimientos de los interruptores que protegen en forma primaria cada elemento.

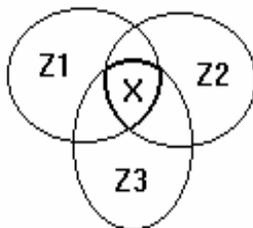
- **Base de conocimiento 3:** Almacena los conocimientos acerca de los interruptores de respaldo de cada elemento.

- **Base de conocimiento 4:** Almacena los conocimientos acerca de los relés primarios de cada elemento.
- **Base de conocimiento 5:** Almacena los conocimientos acerca de los relés de respaldo de cada elemento.

El Prolog procede a realizar un conjunto de operaciones de intersección dando uno o más candidatos para la sección en fallo;¹⁶ si el fallo es simple y no hay falsa operación o fallos de operación de relés e interruptores hay un solo elemento o sección en la zona de intersección de las listas de elementos protegidos por los interruptores y relés operados. Los elementos que se encuentran en la intersección de las listas, o sea, los elementos que se encuentran en todas las listas son las posibles secciones en fallo.

Cuando se presentan fallos de operación u operaciones incorrectas no hay una zona única de intersección entre las listas de elementos, sino que hay varias zonas de intersección, por lo que el proceso de búsqueda consiste en identificar un conjunto de elementos que se encuentran en más de una lista, tomándose como posibles lugares en fallo potenciales y que justifican la formación del área total desconectada.

La figura 2 muestra este proceso; para cada relé operado o interruptor, uno o más candidatos para la sección en fallo son obtenidos por la ejecución de un predicado; cada círculo Z_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) indica un grupo elementos y la intersección entre ellos es la sección X que es el probable lugar en fallo.



Estimación de la sección en fallo para fallos simples considerando la operación normal de relés e interruptores.

2

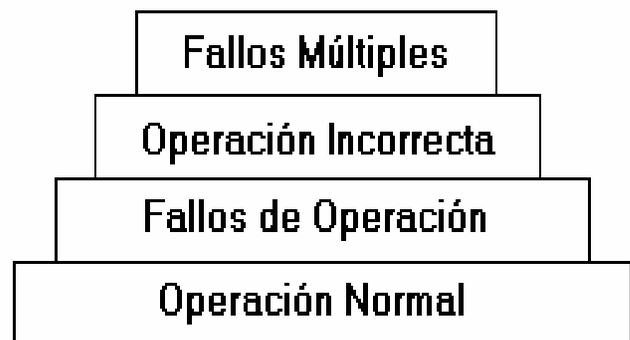
En la figura 2, los círculos Z_1 , Z_2 , Z_3 representan las zonas de protección de cada relé operado e interruptor disparado, obtenidas por la ejecución del predicado y X es la sección en fallo estimada por la ejecución del predicado intersección

El proceso de búsqueda de los elementos (puede ser más de uno) que se encuentran en la intersección de las listas se realiza mediante un proceso comparativo de la siguiente forma:

- Se transfiere la primera lista de elementos a la memoria de trabajo.
- Se recorre la siguiente lista comparando cada uno de sus elementos con la lista que está en memoria.
- Si un elemento de la nueva lista no está en la memoria se procede a almacenarlo; si el elemento ya se encuentra almacenado se procede a almacenarlo en una zona de memoria acumulativa y se continúa con el siguiente elemento de la nueva lista.
- Al terminar de recorrer una lista completamente se realiza el mismo proceso con los elementos de la siguiente lista.
- Al terminar con la última lista en la zona de memoria acumulativa se encuentran todos los elementos y posibles lugares en fallo.

El proceso de justificación de las secciones en fallo consiste en determinar cómo operaron las protecciones para formar el área total desconectada mediante la verificación de alguna de las siguientes hipótesis que se muestran en forma jerárquica en la figura 3.

Una vez identificados los posibles lugares en fallo se procede a extraer un elemento de la lista de secciones en fallo estimadas según el proceso de estimación visto anteriormente. En la primera fase del proceso de justificación, se considera que ocurrió un fallo simple y se prueba la hipótesis de operación normal, si se encuentra alguna contradicción y no se puede arribar a una solución bajo esta consideración; se estima entonces que hubo fallos de operación y se prueba la hipótesis de fallos de operación. Si sigue existiendo alguna contradicción se asume que ocurrió una operación incorrecta y se prueba la hipótesis de operación incorrecta.



Jerarquía de las hipótesis para la inferencia de las secciones en fallo.

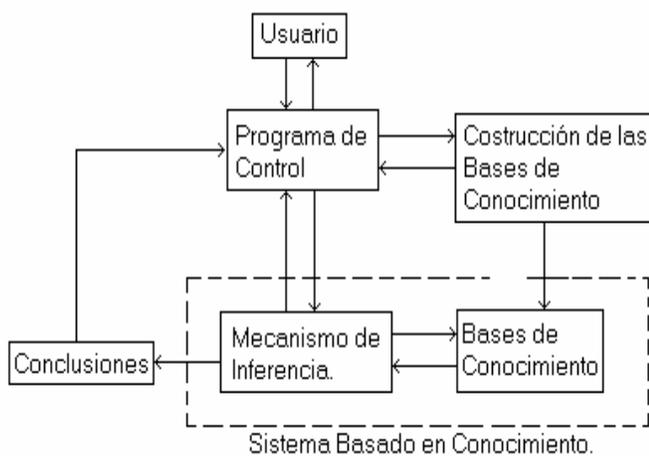
3

De seguir existiendo contradicciones y no haber podido arribar a una solución, entonces se considera que hubo fallos múltiples y se prueba la hipótesis de fallos múltiples. Si aún no se puede confirmar la hipótesis al verificar la formación del área total desconectada, se concluye que ese lugar de falla no es factible y se descarta. Posteriormente se selecciona un nuevo elemento de la lista de posibles secciones en fallo y se repite el proceso, hasta que termine de probar todos los probables lugares en fallo estimados, y muestra los resultados de la búsqueda realizada. Cuando no encuentra solución después de haber probado todas las hipótesis, concluye que no hay secciones en fallo para ese caso y solicita un nuevo caso.

El sistema consta de dos módulos fundamentales que son el **programa de control** y el **mecanismo de inferencia**. La figura 4 muestra un diagrama de bloques que describe el flujo de información entre los diferentes módulos que componen el SDESF.

El programa de control, formado por un editor gráfico es el que se encarga del control del flujo de información entre las diferentes partes del SDESF y es el que permite interactuar con el usuario.

El mecanismo de inferencia es un programa escrito en Prolog, que se encarga de identificar las secciones en fallo y una vez obtenidas las conclusiones del proceso de inferencia retorna al programa de control el cual se encarga de mostrar los resultados de la búsqueda realizada. El mecanismo de inferencia estima las secciones en fallo con la justificación de la operación de cada interruptor y relé operado, chequeando los **hechos y reglas**, encontrando la sección en fallo que satisface cada regla.



Estructura del SDESF.

En los casos en que se obtenga una solución única no resulta necesario la ponderación de los resultados, pero cuando en el proceso de inferencia se arriba a más de una solución, se determina el orden en que estas serán presentadas, llevando a cabo antes un proceso de ponderación para determinar cuál de ellas es más factible de suceder o la que tiene mayor probabilidad de ocurrencia. Para ello, se tiene en cuenta el número de fallos de funcionamiento, ya sean fallos de operación u operaciones incorrectas.

El proceso de ponderación consiste en realizar un conteo de los fallos de operación y operaciones incorrectas. La solución que tenga menor cantidad de fallos de funcionamiento será la solución más factible y se presenta en primer lugar seguida del resto de las soluciones dependiendo del resultado del conteo en forma ascendente.

En todos los casos se muestra como resultado la sección en fallo, los interruptores que liberan el fallo y en dependencia de la situación creada se mostrarán además los interruptores y relés que operaron normal, los que sufren fallo en su operación y los que operaron incorrectamente.

Con la finalidad de determinar la capacidad de deducción del SDESF ante diversas situaciones reales, se efectuaron pruebas de casos de operación real de las protecciones de la red de transmisión 110/220 kV del territorio central de Cuba,¹¹ permitiendo hacer una evaluación de la exactitud con que SDESF arribó a las diferentes soluciones, poniendo de manifiesto el nivel su eficiencia en un SEP complejo.

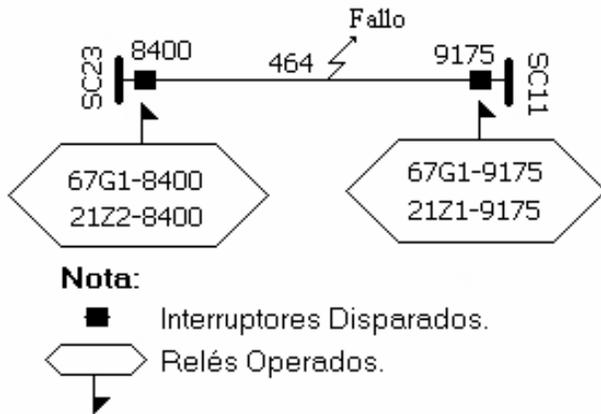
Ejemplo: Fallo simple con operación normal de interruptores

Disturbio ocurrido en la línea 464, circuito 1 Santa Clara 110 KV - Santa Clara 220 KV controlada por los interruptores 9175 y 8400, conociéndose la información siguiente (figura5):

Se presenta un fallo en la línea 464 donde las protecciones de sobrecorriente direccional de tierra instantánea de la línea (67G1) y la de distancia (21Z1), operan correctamente dando órdenes de disparo a los interruptores 9175 y 8400 en los extremos de la línea, los cuales disparan correctamente aislando la sección en fallo.

En el SDESF se introduce a la lista de interruptores disparados (8400, 9175) y la lista de relés operados (67G1-8400, 21-8400, 67G1-9175) y ante esta situación SDESF infiere que ha ocurrido un fallo simple con operación normal de las protecciones, dando como solución única que la sección en fallo es la línea 464.

Subestación	Evento	Interruptor	Señalización de las protecciones
S. Clara 110 kV	Disparo	9 175	21 Z1., 67 G1
S. Clara 220 kV	Disparo	8 400	67 G1, 21 Z2



Ejemplo de fallo simple con operación normal de protecciones.

5

CONCLUSIONES

- El sistema basado en conocimiento SDESF constituye una herramienta valiosa para el entrenamiento de los operarios en los despachos de carga, y puede ser utilizado como software educativo en las universidades. Además, se puede emplear en el Departamento de Protecciones de las Organizaciones Básicas Eléctricas del país para el análisis de la operación de las protecciones.
- Este sistema realiza la estimación de las secciones en fallo a partir del conocimiento de los interruptores disparados y relés operados, lo cual permite la identificación exacta del elemento donde ocurrió la falla y la identificación de los relés e interruptores que presentaron problemas en su operación.
- Las bases de conocimiento se configuran mediante un editor gráfico, lo cual permite todas las facilidades al usuario para la modificación, eliminación, adición, búsqueda, etc., acerca de la configuración del SEP y de los esquemas de los relés de protección.
- El sistema es aplicable a redes altamente interconectadas con alimentación bilateral.

REFERENCIAS

1. Sakaguchi, T. and K. Matsumoto: "Development of Knowledge Based System for Power Restoration", *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, Vol. 102, No. 2, pp. 320-329, February, 1983.

2. David, A. K. and Z. Rongda. "An Expert System with Fuzzy Sets for Optimal Planning", *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 6, No.2, pp. 59-65, February, 1991.

3. Hsu, Y. Y. and J. L. Chen: "Distribution Planning Using a Knowledge-Based Expert System", *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 5, No.3, pp. 1514--1519, July, 1990.

4. Dabbaghchi, I. and R. J. Gursky: "An Adductive Expert System for Interpretation of Real-Time Data", *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 8, No.3, pp. 1061-1067, July, 1993.

5. Protopapas, C. A.; K. P. Psaltiras and A. V. Machias: "An Expert System for Substation Fault Diagnosis and Alarm Processing", *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 6, No.2, pp. 648-655, 1991.

6. Dy Liliacco, T. E. and T. Kraynak: "Processing by Logic Programming of Circuit-Breaker and Protective-Relaying Information", *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, Vol. 88, No. 2, pp. 171-175, February, 1969.

7. Dy Liliacco, T. E. : "Consideration in Developing and Utilizing Operator Training Simulators", *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, Vol. 102, No. 11, pp. 3672-3679, November, 1983.

8. Torres, G. L. et al.: "Knowledge Engineering Tool for Training Power-Substation Operators", *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 12, No.2, pp. 694-699, 1997.

9. Girgis, A. A. and M. B. Johns: "A Hybrid Expert System for Faulted Section Identification, Fault Type Classification and Selection of Fault Location Algorithms", *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol., No.2, pp. 978-985, 1989.

10. Martínez, E. V.: "Sistema basado en conocimiento para el diagnóstico de la ubicación de fallas en sistemas eléctricos de potencia", Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Nuevo León, México, diciembre, 1990.

11. Machado, H.: "Sistema de diagnóstico para la estimación de secciones en fallo (SDESF) en sistemas eléctricos de potencia," Tesis para optar por el grado de Máster en Ingeniería Eléctrica, 2000.

12. Wollemberg, B. F.: "Feasibility Study for an Energy Management System Intelligent Alarm Processor", *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 1, No.2, pp. 241-247, May, 1986.

13. Balakrishun, R. and A. Pahwa: "A Computer Assisted Intelligent Storm Outage Evaluator for Power Distribution System", *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 5, No.3, pp. 1591-1597, July, 1990.

14. Hsu, Y. Y. et al.: "An Expert System for Locating Distribution System Faults", *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 6, No.1, pp. 366-371, January, 1991.

15. Kruglinski, P. H.: *Inside Visual C++*, McGraw-Hill, 1995.

16. Bravo, M.: *Informe final del proyecto de investigación. Proyecto CITMA Territorial. Código No: 0302 Sistema de diagnóstico para la estimación de secciones en fallo (SDEF) en sistemas eléctricos de potencia*, diciembre, 2005.

17. Winston, P. H.: "*Prolog Programming for Artificial Intelligence*", pp. 1-65, Massachusetts, January, 1986.

AUTORES

Marta Bravo de las Casas

Ingeniera Electricista, Doctora en Ciencias Técnicas, Profesora Titular, Centro de Estudios Electroenergéticos, Universidad Central de Las Villas, Marta Abréu, Villa Clara, Cuba
e-mail:mbravo@uclv.edu.cu

Humberto Machado Fernández

Ingeniero Electricista, Máster en Ingeniería Eléctrica, Organización Básica Eléctrica, Villa Clara, Cuba

Zenaida García Valdivia

Ingeniera Electricista, Doctora en Ciencias Técnicas, Profesora Titular, Centro de Estudios Informáticos, Universidad Central de Las Villas, Marta Abréu, Villa Clara, Cuba
e-mail:zgarcia@uclv.edu.cu

Alain Álvarez Chávez

Licenciado en Ciencias de la Computación, Centro de Estudios Informáticos, Universidad Central de Las Villas, Marta Abréu, Villa Clara, Cuba
e-mail:alin@uclv.edu.cu

Isis Bonet Cruz

Licenciada en Ciencias de la Computación, Máster en Ciencias de la Computación, Centro de Estudios Informáticos, Universidad Central de Las Villas, Marta Abréu, Villa Clara, Cuba
e-mail:isisb@uclv.edu.cu

Norma E. Cabrera González

Licenciada en Ciencias de la Computación, Centro de Estudios Informáticos, Universidad Central de Las Villas, Marta Abréu, Villa Clara, Cuba
e-mail:normacg@uclv.edu.cu

***Disponemos de un departamento informatizado,
dotado con tecnologías que nos permiten realizar
todo el proceso de edición de revistas científicas
así como de otros materiales.***

Visítenos!!!

