

SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE FALLOS EN LOS CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

M^a NIEVES G. HERNÁNDEZ GONZÁLEZ

Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación. Campus Universitario de Tafira. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 35017-Las Palmas de Gran Canaria. España.
e-mail: nieves@diea.ulpgc.es

En este trabajo se presenta un programa que es capaz de diagnosticar todas las posibles averías de los circuitos electrónicos del Osciloscopio HAMEG 203-6. El programa también prescribe las acciones que hay que realizar para reparar la avería una vez diagnosticada. El Sistema Experto se ha orientado a una finalidad mayormente didáctica, ya que no sólo conduce a la solución del problema, sino que además describe minuciosamente el funcionamiento de todos los bloques funcionales del equipo, así como todos sus circuitos. El S. E. también justifica su línea de razonamiento, con lo que le da al alumno conocimiento de un método de diagnóstico que puede generalizarse al diagnóstico de fallos en toda clase de circuitos electrónicos.

1. Introducción

El diagnóstico [1] es una tarea importante y habitual en muchos trabajos: mantenimiento, reparación e incluso diseño. Pero quizás en el ámbito universitario no esté especialmente considerado, y no se valoren algunas posibilidades que puede aportar para el aprendizaje de sistemas electrónicos.

La capacidad para diagnosticar con rapidez las causas de las averías en los circuitos y equipos electrónicos [2] es una habilidad muy importante que debe adquirir un estudiante de electrónica. Naturalmente, las técnicas de diagnóstico de averías no son fáciles de conseguir, dado que requieren la combinación de una buena comprensión del funcionamiento de los componentes y los circuitos y el conocimiento de los métodos de verificación y de los tipos de fallos que suelen tener los componentes. El sistema experto objeto de esta comunicación ha sido diseñado con la intención de ayudar al estudiante a mejorar su técnica de diagnóstico de fallos en los circuitos electrónicos.

2. Sistemas Expertos

Un Sistema Experto [4] es una aplicación de la Inteligencia Artificial. Un S.E. es básicamente un programa de ordenador que simula el razonamiento de un experto humano en un cierto dominio (en este caso la electrónica), y resuelve problemas eficientemente en ese campo específico. Aplica el conocimiento experto a problemas reales y difíciles, afrontando problemas que requieren especialistas humanos para su resolución. Lo más importante que nos ofrece el S.E. para los educadores es que es capaz de justificar su línea de razonamiento de forma directamente inteligible. Para hacerlo usa una base de conocimiento [3], que es obtenida de los expertos humanos en la materia, así como su forma de razonamiento, en nuestro caso para diagnosticar fallos en circuitos electrónicos.

3. Herramienta para la construcción de SS.EE.: ART-IM

ART-IM [5,6] es una herramienta de desarrollo de sistemas expertos. Utiliza el algoritmo de razonamiento hacia delante: RETE. Fue la NASA la que implementó la primera versión de este algoritmo generando la primera versión de CLIPS (*C Language Integrated Production System*). Dada la eficiencia del mismo y el éxito que tuvo esta herramienta, a la primera versión le han seguido muchas más en los últimos años. A mediados de los ochenta la *Inference Corporation* se aprovecha de que la NASA no posee un *copyright* exclusivo de la herramienta y desarrolla su propia versión de RETE, tomando como referencia el código fuente de CLIPS. ART (*Automated Reasoning Tool*) se ha convertido en una de las herramientas que más aceptación ha tenido en el mercado, proporcionando un conjunto de paquetes de programación de propósito especial que facilitan el desarrollo y la integración del sistema con otros lenguajes de alto nivel y paquetes como *windows*, bases de datos, hojas de cálculo, etc.

Para la realización de este S.E. se ha utilizado esta herramienta específica para la realización de S.E. ART-IM. El motor del S.E. [3] se basa en reglas de producción del tipo SI (hecho) ENTONCES (acciones). La interpretación de esta regla sería la siguiente: al producirse un hecho como por ejemplo "no enciende el osciloscopio" se ejecutarían una serie de acciones encaminadas a proporcionar la solución al problema. A su vez las acciones podrán crear otros hechos internos como por ejemplo "avería en el divisor de tensión", estos hechos podrán activar las reglas que tengan como condición los hechos creados. La información en la base de conocimiento debe estar ordenada y estructurada, de forma que se ejecute la secuencia adecuada de reglas, para ello el motor de inferencia del programa elegirá la regla adecuada en cada momento, a partir de la información que va obteniendo del usuario según se va avanzando en el proceso de diagnóstico.

4. Localización de averías con el sistema experto

El funcionamiento del S.E. (*figura 1*) consiste en un diálogo con el alumno en el que el programa le pide que haga una serie de observaciones y medidas y le responda con lo que obtenga. La interfaz con el usuario es una ventana dividida en dos partes. En la parte superior recibimos los mensajes enviados por el programa y en la parte inferior respondemos (*figura 2*).

Para el seguimiento del proceso de diagnóstico el usuario del S.E. debe disponer del manual de mantenimiento del equipo con los diagramas de los circuitos y del equipo de pruebas necesario (polímetro, osciloscopio, generador de funciones y fuente de alimentación).

Cuando aborda la reparación del equipo, lo primero que debe hacer el usuario del S.E. es localizar qué bloque del osciloscopio es el defectuoso, antes de poder encontrar el componente que se ha averiado. El programa comienza mostrando una serie de tipos de averías. En este punto el usuario con más experiencia puede elegir directamente un tipo de avería, como por ejemplo "Fallos de sincronismo" o "Fallos de alimentación". El usuario menos experimentado puede elegir la opción de "información", en la que se explica de forma jerárquica el funcionamiento de las distintas partes del equipo desde un nivel de bloques hasta el detalle de cada componente.

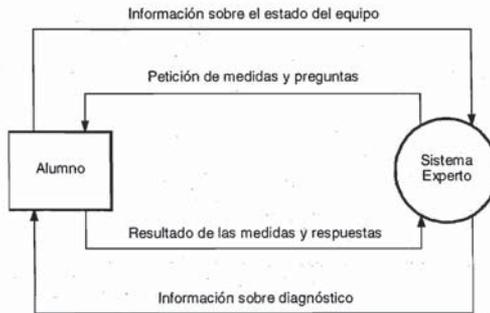


Figura 1: Funcionamiento de la interfaz de usuario

A partir de aquí el programa elegirá las preguntas adecuadas para ir acotando la avería. En cada punto el S.E. da información sobre qué se está comprobando y por qué, además indica de forma clara y precisa la forma en que deben hacerse las medidas y observaciones. El usuario tendrá que elegir una de entre las respuestas posibles.

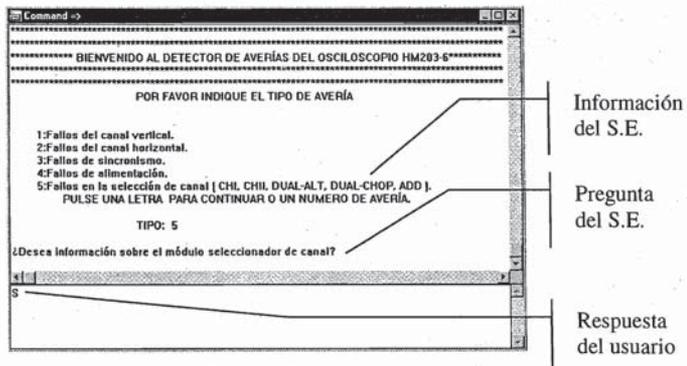


Figura 2: Interfaz de usuario

5. Conclusiones

Este S.E. puede ampliarse añadiéndole conocimiento sobre más circuitos electrónicos. En el ejemplo que es objeto de esta presentación se consiguió un S.E. que abarca el diagnóstico de todas las posibles averías del Osciloscopio HAMEG 203-6, con lo que es un producto final que permite la reducción de los costes de reparación y además hace una gran aportación para facilitar el aprendizaje del alumno de electrónica debido varias razones:

- En primer lugar el propio S.E. entrena al alumno para el conocimiento del equipo que va a reparar, con lo que se consigue que el alumno adquiera conocimiento detallado del funcionamiento normal de todos los subcircuitos que componen un equipo final ya montado, así como su funcionamiento conjunto. Además se consigue motivar al alumno al ver sus conocimientos aplicados en un sistema completo que les es conocido y con una utilidad práctica orientada a resolver problemas. Esto también le facilita la comprensión del funcionamiento y finalidad de cada circuito al explicársele que función realiza cada circuito y como cooperan en el funcionamiento total.
- Por otra parte el S.E. guía todo el razonamiento para la detección de averías en los circuitos electrónicos, con lo que se consigue que el alumno siga estrategias de comprobación incremental de circuitos, con el consiguiente aprendizaje del método de diagnóstico de circuitos en condiciones de fallo.
- El uso del sistema también consigue que el alumno aprenda a diseñar circuitos al comprobar la funcionalidad de los componentes, mediante la consideración de sus especificaciones y limitaciones técnicas, cuestiones que se plantean en el proceso de diagnóstico.

La principal novedad de este sistema es que consigue que el aprendizaje de la electrónica sea más atractivo para el alumno, debido sobre todo a su original forma de conducirlo. En la enseñanza de prácticas de electrónica muchas veces nos encontramos con que el alumno detecta que algo no funciona bien, pero es incapaz de encontrar qué es lo que está fallando. En estas circunstancias el docente debe enseñarle métodos de diagnóstico de fallos, pero el alumno suele mostrar más interés por el resultado concreto que por el método en sí mismo. Con el uso repetido de este S.E. es posible motivar la curiosidad del alumno y conducirlo a un adecuado aprendizaje.

Referencias

- [1] G.C. Loveday. *Diagnóstico de Averías en Electrónica*. Editorial Paraninfo, 1996.
- [2] C.J. Savant JR, Martin S. Roden, Gordon L. Carpenter. *Diseño electrónico*. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, 1992.
- [3] Frederick Hayes-Roth, Donald A. Waterman, Douglas B. Lenat. *Building expert systems*. Addison-Wesley, 1983.
- [4] M. Chadwick, J.A. Hannah. *Sistemas expertos para ordenadores personales*. Editorial RA-MA, 1987.
- [5] *ART-IM: programming language reference*. California: Inference Corporation, 1991.
- [6] *ART-IM: function library reference*. California: Inference Corporation, 1991.