

SISTEMA EXPERTO PARA ASISTENCIA AL DIMENSIONAMIENTO PRELIMINAR DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.

Piermattei Ornela, Toselli Paula Andrea

Ingeniería en Sistemas de Información, Facultad Regional Villa María de la Universidad Tecnológica Nacional. Av. Universidad 450, Villa María, 5900, Cba.- Te: 0353 - 4537500 - mail: ornelapiermattei@hotmail.com - pauli.toselli@gmail.com

Tutor: Ing. Jorge Palombarini

Palabras clave: Sistema experto – Dimensionamiento de equipos – intercambiadores de calor

Resumen

En el presente trabajo se ha planteado como objetivo el desarrollo de una herramienta informática que, operando de manera rápida y sencilla, brinde al usuario una orientación precisa respecto de las características preliminares que corresponderían al intercambiador de calor de tipo tubo y coraza (rango del área de transferencia, valores estimados del coeficiente global U, etc.), que resultará necesario para dar una respuesta efectiva a sus demandas de proceso.

El sistema experto propuesto responde como soporte para la toma de decisiones y opera de manera interactiva con el usuario, el cual debe ingresar, a requerimiento del sistema, una cantidad limitada de información que conduce a la identificación del tipo de equipo (calentador, enfriador, etc.) y otros cálculos específicos.

Como conclusiones se plantea las bondades que presenta el sistema en cuestión y las ventajas de su aplicación, indicándose además algunas limitaciones operativas que están intrínsecamente relacionadas con los lenguajes de programación utilizados.

Introducción

La necesidad de disponer de equipos transferencia de calor entre corrientes es una constante en prácticamente todo tipo de procesos. Un diseño riguroso y la construcción de tales equipos requieren de una sólida base de conocimientos teóricos además de una indudable experiencia para su diseño.

Sin embargo, un ingeniero de procesos en una fase preliminar de evaluación de su proyecto, solo requiere, en la mayoría de los casos, de una estimación preliminar del tipo y tamaño de intercambiador que resultará necesario en su planta para el logro de determinados objetivos. Así, por ejemplo, podría querer realizar una estimación rápida acerca de su costo aproximado, o de su envergadura para evaluar su probable emplazamiento físico, etc.

En tales caso contando con información relacionada al tipo de fluidos involucrados, temperaturas de entrada y salida pretendidas y el uso de alguna información general disponible en la bibliografía especializada acerca de valores de coeficientes peliculares internos o externos, o coeficientes globales de transferencia, tipos h y/o U respectivamente, puede realizar razonables aproximaciones al diseño preliminar, operando en forma manual. (Cao, 2006) (Lienhard and Lienhard, 2001) (Kern, 1999) (Colman, 1988) (Bejan and Kraus, 2003) (Rohsenow et al, 1998) (Ludwig, 1980)

A partir de lo antes expuesto se planteó la conveniencia de desarrollar un sistema experto, de manejo fácil y sencillo, que permita la interacción con el usuario y a partir de un manejo sistematizado de la información y de heurísticos específicos, proporcione una herramienta para asistir al dimensionamiento preliminar de intercambiadores de tipo casco y tubos.

Metodología

En primer lugar se trabajó de manera amplia en la búsqueda, interpretación y análisis de la información técnica requerida para el planteo y se procedió luego al desarrollo de un diagrama de flujo en el cual se incluyeron las alternativas lógicas existentes.

En una segunda instancia se construyó la base de conocimiento utilizando el diagrama de flujo planteado, creando las reglas de inferencia correspondientes. También se realizó una interfaz gráfica para permitir la interacción sistema-usuario.

Finalmente para relacionar ambas aplicaciones y crear el sistema experto, se hizo uso de la metodología de intercambio de archivos. Se acompañó este desarrollo con un manual de usuario y un informe que presenta las características más relevantes de estos sistemas de inteligencia artificial.

Inteligencia Artificial: Introducción a los Sistemas Expertos (SE)

Este tipo de sistemas tiene la capacidad de emular el conocimiento de un experto humano en un dominio concreto, imitando los pasos a seguir, llevados a cabo por una persona, para resolver problemas de distinta índole.

El conocimiento que presenta un sistema de este tipo está compuesto por hechos y heurísticos y del aporte del experto resulta una herramienta invaluable.

Las prestaciones del sistema experto se miden en función de su tamaño y la calidad de la base de conocimientos que posee, la cual puede ampliarse en el futuro.

Un sistema experto se basa en su comportamiento en el conocimiento declarativo (es decir, basado en hechos) y el conocimiento de control (información sobre el seguimiento de una acción). (Giarratano, 1998).

Estructura básica

Consiste en:

- × *Base de hechos (Memoria de trabajo)*: contiene los hechos sobre un problema que se ha descubierto durante el análisis.
- × *Motor de inferencia*: Modela el proceso de razonamiento humano.
- × *Base de conocimientos (BC)*: contiene conocimiento de hechos y experiencias de los expertos en un dominio determinado.
- × *Módulos de justificación*: explica el razonamiento utilizado por el sistema para llegar a una determinada conclusión.
- × *Interfaz de usuario*: es la interacción entre el SE y el usuario el cual se realiza mediante el lenguaje natural.

En la figura 1 se muestra un esquema que permite visualizar de manera sencilla la estructura de tales sistemas.

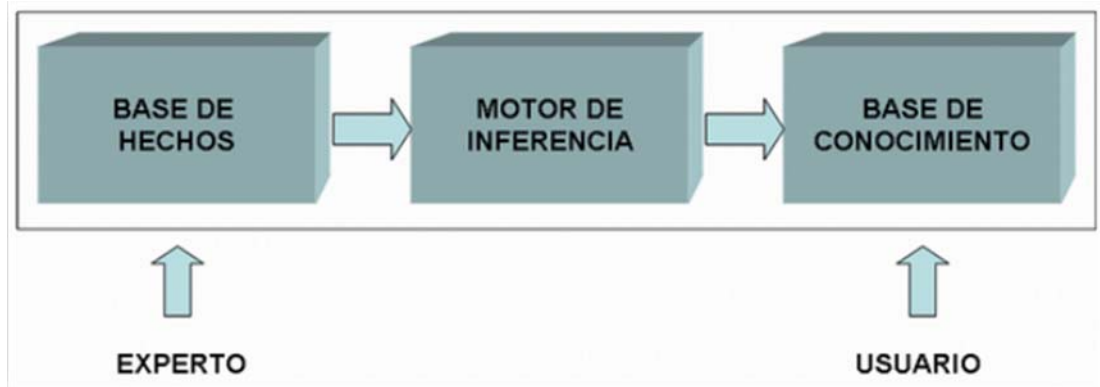


Figura 1 – Estructura del Sistema Experto

Desarrollo

En base al diagrama de flujo creado, se construyó una base de hechos y una de conocimiento, a través de las reglas de inferencia correspondientes, utilizando para tal actividad la herramienta CLIPS (lenguaje de alta popularidad en el Paradigma Lógico).

Ya que el lenguaje CLIPS no permite el desarrollo de interfaces gráficas y surgiendo la necesidad de la misma para permitir la comunicación del usuario con el sistema experto se complemento esta falencia con el desarrollo de dicha interfaz en el lenguaje de programación Borland C++ Builder v6.0 la cual se muestra en la figura 2.

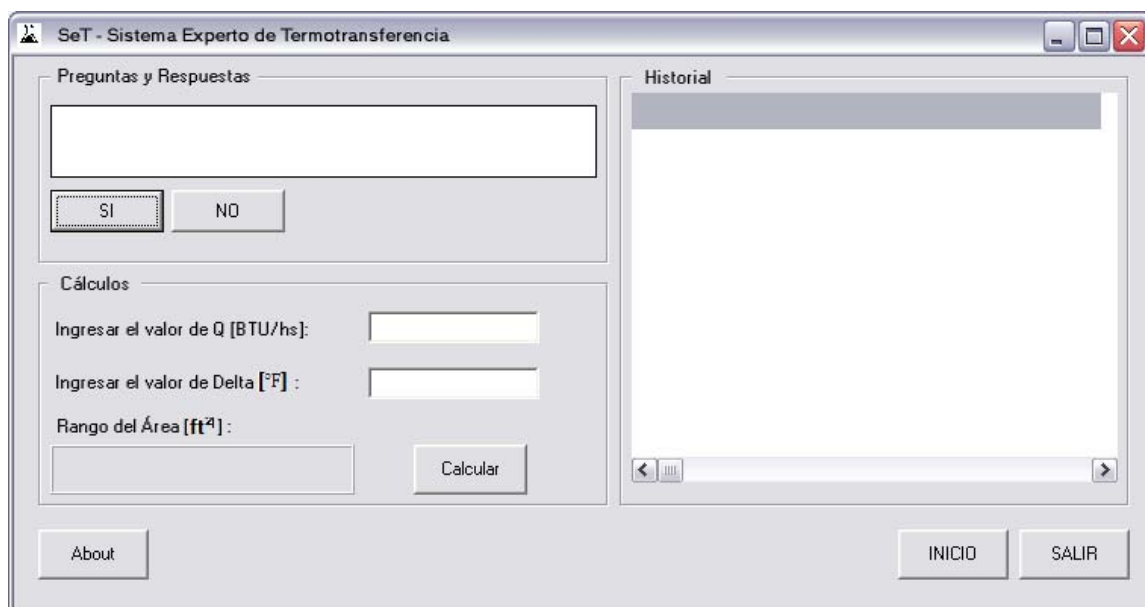


Figura 2 - Imagen de la interfaz de usuario

Al momento de unir ambas aplicaciones fue necesario recurrir a una metodología que permitiera la comunicación entre la base de conocimiento provista por CLIPS y la interfaz de usuario realizada en Borland C++ Builder v6.0 ya que era imposible unir directamente ambos programas.

Para resolver este problema se llevo a cabo un *intercambio de archivos* el cual consiste en una serie de archivos de texto plano creados en un editor de texto tradicional a través del código correspondiente en la base de conocimiento, allí se incorporan las preguntas y respuestas provistas por cada aplicación en consecuencia de la interacción del usuario con el sistema experto.

Para concluir con el trabajo y brindar una mayor comprensión del sistema a los usuarios se desarrollo un manual de ayuda que contempla los pasos a seguir para la utilización del mismo.

Funcionamiento del Sistema Experto

Al inicial el sistema puede observarse la pantalla de presentación por unos segundos y luego se muestra la interfaz de usuario la cual contiene un espacio donde se muestran las preguntas provistas por el sistema experto y los botones para responder a las mismas, siguiendo de manera lógica una secuencia de interacciones sistema-usuario preestablecida.

A medida que se avanza en su operación se muestra en el extremo derecho de la pantalla un historial para que el usuario pueda recordar cuales fueron las alternativas elegidas en el transcurso de la ejecución. (fig. 3)

Una vez finalizada la secuencia de preguntas/respuestas el sistema calcula el valor correspondiente al área para el equipo de transferencia de calor, estableciendo un rango de valores entre un máximo y un mínimo operativo. (fig. 4)

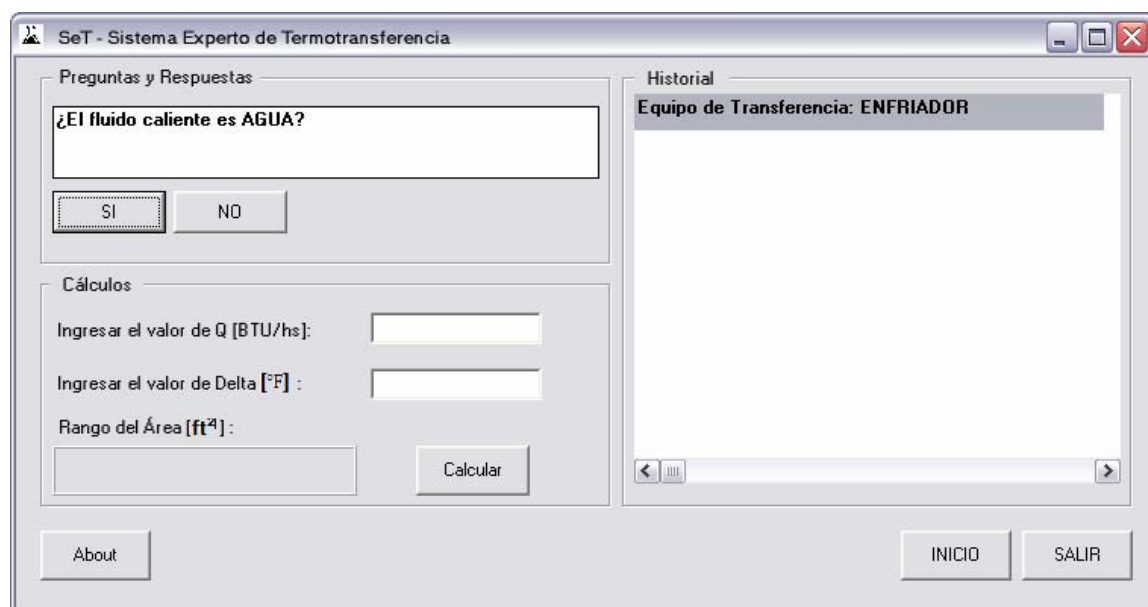


Figura 3 – Inicio de la secuencia operativa del sistema

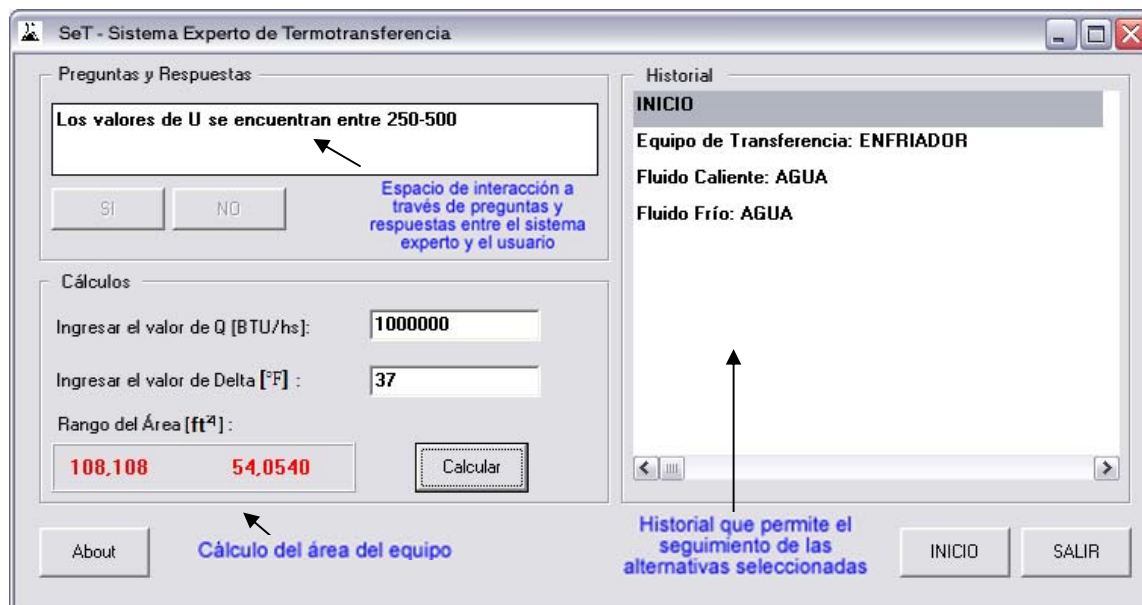


Figura 4 – Conclusión de una operación y presentación de resultados del sistema experto.

Conclusiones

- Los sistemas expertos son una herramienta de gran utilidad para el soporte a la toma de decisiones.
- Este tipo de sistemas permite ampliar o cambiar su base de conocimiento con simples modificaciones a la misma.
- El lenguaje utilizado para el desarrollo de la base de hechos, conocimientos e inferencias es intuitivo y basado puramente en la lógica lo que permite una fácil comprensión tanto por desarrolladores como usuarios.
- La única manera de comunicar ambas aplicaciones fue utilizando intercambio de archivos.
- El sistema, utilizando las herramientas elegidas, tiene problemas de portabilidad es decir, cuando se debe instalar el sistema en distintas máquinas surge una incompatibilidad con los archivos de intercambio que debe adaptarse a cada máquina en particular.
- Ambos lenguajes de programación utilizados no son completamente compatibles entre sí requiriendo la ejecución ambas aplicaciones (la interfaz y la base de conocimiento) en forma separada, sin poder integrarse totalmente.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración del Ing. Jorge A. Palombarini quien contribuyó al desarrollo del presente trabajo, y especialmente a los integrantes del Grupo de Investigación en Simulación de Procesos para Ingeniería Química – GISIQ – de la FRVM por los

aportes realizados en la temática de termotransferencia que permitieron el desarrollo de la base de conocimiento del sistema experto.

Referencias

Expert Systems Principles and Programming. Joseph Giarratano. PWS Publishing Company. Third Edition. 1998.

Transferencia de Calor en Ingeniería de Procesos. Eduardo Cao. Editorial Nueva Librería. 2º Edición. 2006.

A Heat Transfer Textbook, J.H. Lienhard IV and J.H. Lienhard V, Phlogiston Press, Cambridge Massachussetts, U.S.A., Third Edition, 2001.
<http://web.mit.edu/lienhard/www/ahtt.html>

Procesos de Transferencia de Calor. Donald. Kern,. Ed. CECSA., 31º edición, 1999.

Transferencia de Calor, J. P. Holman, Ed. McGraw Hill, 8º edición, 1998.

Heat Transfer Handbook, A. Bejan and A. D. Kraus, Pub. John Wiley & Song, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003

Handbook of Heat Exchangers. W. M. Rohsenow, J. P. Hartnett, Y. I. Cho; Ed. McGraw Hill. 3º edition, 1998.

Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants. Vol. III, Ernest Ludwig, Ed. Gulf Publishing Co., 2º Edición, 1980.