

APLICACIONES DE MULTIMOD TERMICO v 1.0 AL MODELADO Y SIMULACION DE PROBLEMAS DE TRANSFERENCIA Y ACUMULACION DE CALOR

Claudia Barboza, Beatriz Copa, Diego Alberto, Gabriel Avellaneda, Marcelo Ballesteros,
Ana María Aramayo, Luis Cardón
INENCO, Facultad de Ciencias Exactas, UNSA
Buenos Aires 177, 4400 Salta, Argentina (cardon@unsa.edu.ar)

RESUMEN.

En este trabajo se demuestra la capacidad del programa MULTIMOD TERMICO v 1.0 para resolver la clase de problemas gobernados por la ecuación de la energía en sólidos y fluidos (convección-difusión) no estacionaria, con término de generación interna dependiente del espacio y de la temperatura, en materiales anisotrópicos con propiedades variables en el espacio y en el tiempo, sobre geometría tridimensional cartesiana. Entre otros problemas, el programa se aplicó a la resolución de la transferencia de calor entre un arreglo de cuatro tubos, su camisa cilíndrica, y el suelo con tres estratos, en donde el conjunto se encuentra enterrado. El problema modela las características básicas de un intercambiador tubo-suelo para acumulación estacional.

Palabras clave: convección-difusión, acumulación de calor, intercambiadores de calor, pisos radiantes, conductos enterrados, suelo

INTRODUCCION

En varias aplicaciones térmicas de la energía solar o de otras fuentes no convencionales de energía, el suelo aparece como elemento importante de acumulación de calor. Dos ejemplos típicos son los casos del acondicionamiento térmico de edificios mediante sistemas de calefacción de piso radiante, hidrónicos, por tubo de aire o eléctricos y la acumulación de calor estacional en suelo. En este trabajo se demuestra las capacidades del programa MULTIMOD TERMICO v1.0 de modelar y resolver este tipo de problemas.

La clase de problemas a tratar está descripta por la ecuación de transporte no estacionario de energía en sólidos y fluidos con término fuente, que en términos de la temperatura es

$$\rho c_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} + \nabla T \cdot \mathbf{v} \right) = \nabla \cdot (\mathbf{K} \nabla T) + S \quad (1)$$

con \mathbf{K} la conductividad anisotrópica dada por

$$\mathbf{K} = \begin{vmatrix} K_{11} & 0 & 0 \\ 0 & K_{22} & 0 \\ 0 & 0 & K_{33} \end{vmatrix} \quad (2)$$

Todas las propiedades, así como el término fuente, son heterogéneas, dependientes de la temperatura y del tiempo.

La discretización de la ecuación 1 se hizo con el método de volúmenes de control según la denominada práctica B de Patankar (1980). La formulación difiere de la estandar en el uso de una conductividad anisotrópica.

El programa se organiza lógicamente en dos secciones que denominaremos a) el **programa principal o núcleo** y b) la **sección de usuarios**. Esta estructuración es común en programas de este tipo y permiten una gran generalidad en el planteo de problemas a la vez que aseguran un programa robusto. El modelado y "programación" de un problema, tarea que debe hacer el usuario, se hace programando el código de una serie de funciones en el archivo user.c. La programación de las mismas puede ser rústica o elaborada según las necesidades del usuario. Estas funciones no pueden dejar de definirse, aún en el caso en que la definición sea no hacer nada. En ellas el usuario establece la geometría, la discretización, las propiedades, los términos fuentes, las condiciones de borde (eventualmente todas estas por zonas) y el control de impresión de resultados.

APLICACIONES

A los efectos de demostrar las capacidades de MULTIMOD e introducir a los usuarios en la programación de sus propios problemas se han desarrollado varios cálculos de muestra, algunos de ellos relacionados al cálculo de arreglos de tubos enterrados. En la figura 1 se muestran los resultados de dos de ellos, ambos referidos a la transferencia de calor entre un arreglo de cuatro tubos enterrados y el suelo. En el primer caso el arreglo está enterrado directamente en el suelo homogéneo. En el segundo caso los tubos están embebidos en una camisa cilíndrica de material conductor, y todo el conjunto a su vez está enterrado en el suelo, que en este caso tiene tres estratos de conductividad diferente. El problema modela las características básicas de un intercambiador tubo-suelo para acumulación de calor estacional. Otros ejemplos se muestran página web del programa (Cardón, 2005).

CONCLUSION

El programa MULTIMOD TERMICO v 1.0, es un programa general para la resolución de la clase de problemas gobernados por la ecuación de la energía en sólidos y fluidos (convección-difusión) no estacionaria. Es capaz de modelar diferentes clases de estructuras repetitivas como lo demuestran los ejemplos presentados, correspondiente a la simulación básica de arreglos de tubos enterrados.

REFERENCIAS

Patankar, S.V. (1980). Numerical Heat Transfer and Fluid Flow. Taylor and Francis.
Cardón L. (2005), Manual de Multimod, www.unsa.edu.ar/gmc

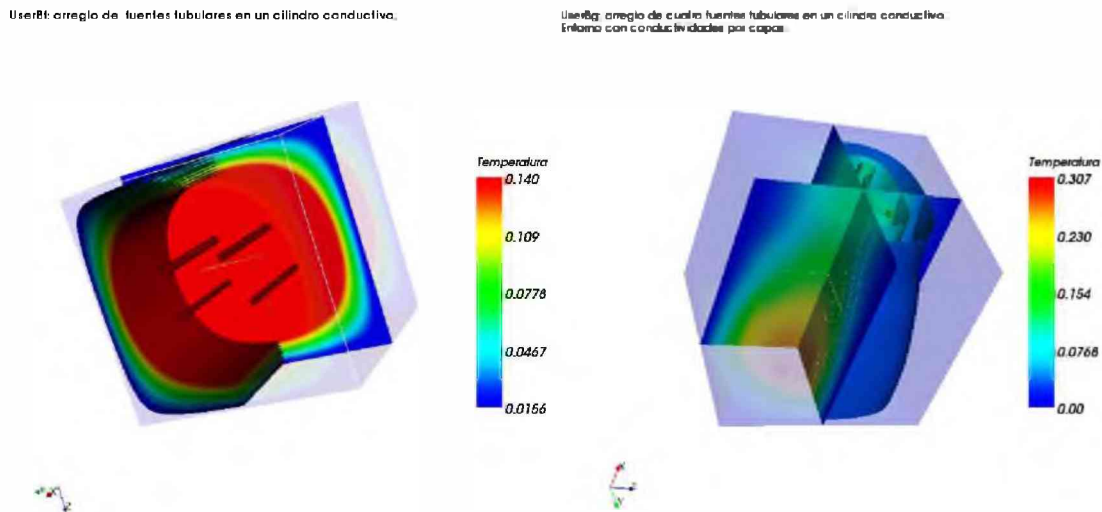


Figura 1: Visualización del campo de temperatura.

ABSTRACT.

This paper demonstrates the capabilities of the program MULTIMOD TERMICO v 1.0. It is useful for the resolution of a class of problems governed by the transient energy equation in solids and fluids, with space and time dependent heat source and anisotropic material properties. The program was applied to the resolution of the heat transfer between a four tube array in a cylindrical casing, buried in a three level stratified soil. The problem models the basic characteristic of a heat exchanger for seasonal ground heat storage.

Keywords: convection-difussion, ground heat storage, heat exchangers, radiant floor, buried tubes, soil