Universidad Nacional del Litoral

Mecánica Computacional

Docentes:
Dr. Norberto Marcelo Nigro[1]
MSc. Gerardo Franck[2]
Ing. Diego Sklar[3]

[1]nnigro@intec.unl.edu.ar - [2]gerardofranck@yahoo.com.ar - [3]diegosklar@gmail.com

GUIA DE TRABAJOS PRACTICOS Nº 4

MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS 2D

Ejercicio 1

Armar la matriz elemental del operador Laplaciano:

a) Para un elemento triangular lineal genérico.
b) Para un elemento cuadrangular bilineal genérico.

Ejercicio 2

a) Determinar la distribución de temperatura en una placa cuadrada de espesor unitario de dimensión 5 [cm] de lado, resolviendo la conducción de calor en estado estacionario $k\Delta T + Q = 0$. Discretizar el dominio en dos elementos triangulares cortando la placa desde el extremo superior izquierdo hacia el extremo inferior derecho. El elemento triangular superior tiene una tasa de generación de calor de 1.2 [W/cm3]. En cambio en el elemento triangular inferior hay una fuente puntual de 5.0 [W/cm] en la dirección del espesor, ubicada en el punto P = (1,1). Además de las fuentes mencionadas, el lado inferior de la placa está aislado y el lado derecho tiene una temperatura de 100 ºC, el lado superior está sujeto a un flujo de calor convectivo con un coeficiente de h = 1.2 [W/cm2 K] y a una temperatura ambiente constante de 30 ºC. Por último el lado vertical izquierdo presenta un flujo de calor de q = 2 [W/cm2]. La conductividad térmica del material es de k = 2 [W/cm K].
b) Repetir la condición de contorno mixta con diferentes coeficientes peliculares (h).
c) Determinar la temperatura máxima. ¿Cómo se comporta la temperatura máxima a medida que el coeficiente pelicular disminuye? ¿Cuál sería la temperatura máxima para el coeficiente pelicular tendiendo a cero? ¿A qué condición de contorno correspondería?

Ejercicio 3

Escriba un programa de elementos finitos que resuelva el problema de transmisión de calor transiente en la placa de la Figura 3.1. Las condiciones de contorno son las impuestas en dicha figura. La solución debería ser la mostrada en la Figura 3.2. Utilice elementos isoparamétricos de 3 o 4 nodos. La placa tiene espesor unitario.
Téngase en cuenta que en los resultados de este ejercicio pueden aparecer ***temperaturas negativas*** en los primeros instantes de la integración numérica. Esto no es un error, sino una limitación del MEF que se puede corregir utilizando elementos más pequeños en la zona de mayores gradientes.
Calcule la evolución temporal de la temperatura en el punto P de la figura para estimar cuando se llega a un estado estacionario.
(Nota: Se puede utilizar un programa propio o MAT-FEM, que sólo permite obtener el estado estacionario)

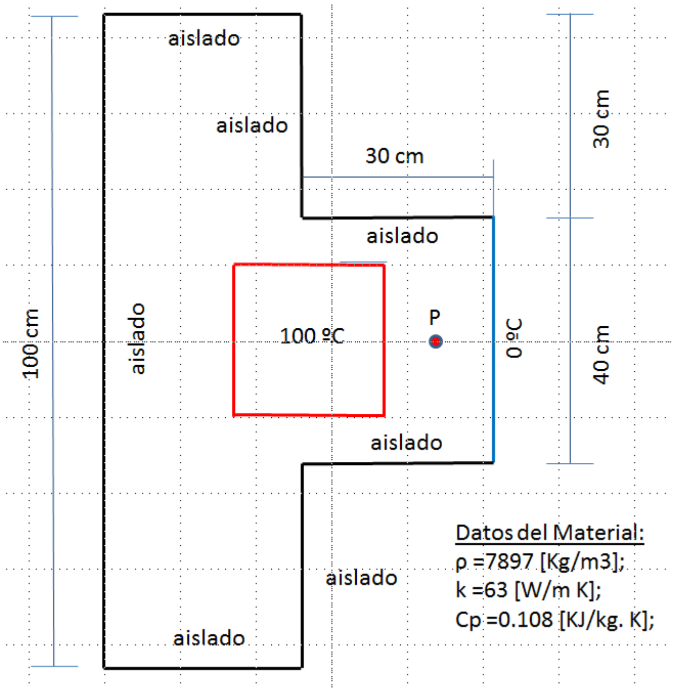

Figura 3.1 Dominio del problema y condiciones de borde.

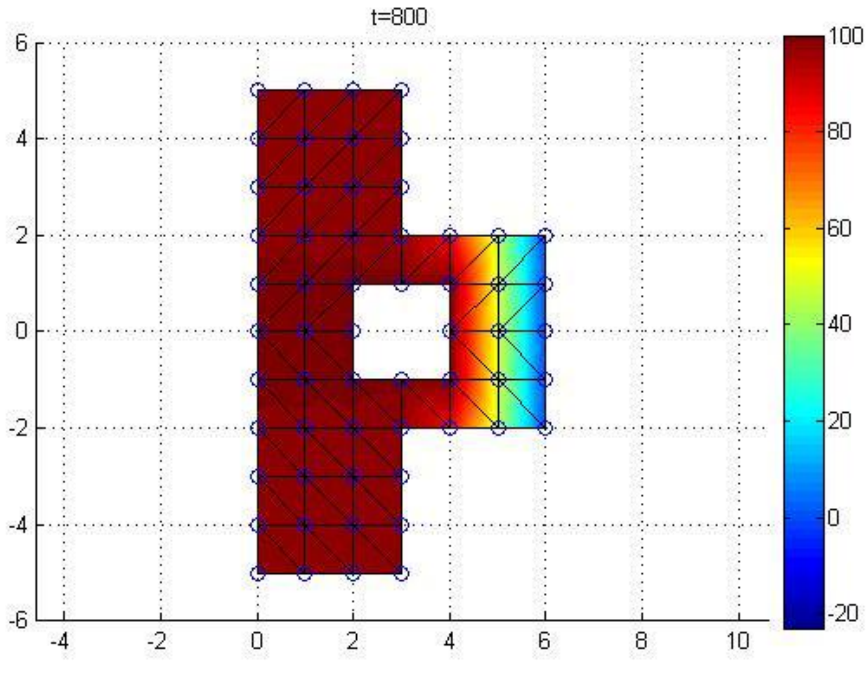

Figura 3.2 Campo de Temperaturas finales en el t=800 seg.

Ejercicio 4

Escriba un programa planteando el método de elementos finitos, utilizando elementos triangulares lineales y cuadráticos bilineales, que resuelva el problema de elasticidad lineal en estado estacionario.

Para probar el código, considere el caso de una viga cuya relación de aspecto es 1:10, empotrada en un extremo y con una carga de flexión P en el otro extremo y los siguientes datos: $E = 1e8, \nu = 0.4, F_x = F_y = 0, \rho = 1$. La viga está empotrada en el extremo izquierdo (desplazamientos nulos en ambas direcciones). El otro extremo logra deflectarse una distancia igual a 1/10 de su ancho. Estimar el valor de la carga P

Relación largo: ancho 10:1