MEC 2335 -- Dinâmica dos Fluidos Computacional
Lista de Exercícios no. 4 -- Período: 2017.1 – dia de entrega: 15 de maio
Prof. Angela O. Nieckele

1) Uma parede de espessura L possui uma distribuição linear de temperatura, de $T=T_o$ em x=0 à $T=T_1$ em x=L. No instante de tempo t=0, a face em x=L, torna-se adiabática, enquanto que a face em x=0 é mantida a temperatura $T=T_o$. Escreva a equação de conservação de energia para esta situação e indique claramente as condições de contorno e inicial. Calcule a distribuição de temperatura $\theta=(T - T_o)/(T_1 - T_o)$ como função de X=x/L e $Fo=\alpha\, t/L^2$, onde α é a difusividade térmica da parede. Continue os cálculos até que o valor de θ em x=L fique abaixo de 0,5. Utilize o método totalmente implícito, com aproximadamente 20 pontos nodais.

i) Verifique se o balanço global é satisfeito a cada passo de tempo.

ii) Trace um gráfico com a variação da temperatura da parede externa em função do tempo (θ versus Fo, para X=1), para pelo menos três passos de tempo Δ t (ou Δ Fo), até encontrar uma solução independa da escolha do mesmo.

iii) Faça um gráfico θ versus X para três instantes de tempo Fo diferentes, com o passo de tempo selecionado.

2) Programe um algoritmo para resolver a equação de difusão bi-dimensional em coordenadas cartesianas, regime permanente.

$$\frac{d}{dx}\left(\Gamma\ \frac{d\ \phi}{d\ x}\right)+\frac{d}{dy}\left(\Gamma\ \frac{d\ \phi}{d\ y}\right)+Sc+Sp\ \phi\ =\ 0$$

Teste o algoritmo utilizando a solução manufaturada

$$\phi_m\ =\frac{x_1^{m+1}x_2^{m+2}}{\phi_{mn}}\text{, onde } m=nl+na\text{-}1$$

para 0<x<1, 0 < y < 1, então $\phi_{mn}=\phi_{m,\ \text{normalizada}}=1$

na = ordem de precisão do esquema de discretização (usar diferenças centrais),

nl= ordem da equação diferencial

Considere as condições de contorno nas quatro fronteiras como conhecidas, isto é, os valores de ϕ nas quatro fronteiras são determinados a partir de ϕ_m.

a. Considere $\Gamma = 1$. Determine os termos de fonte para a solução manufatura selecionada.
b. Resolver com Gauss-Seidel.
c. Resolver com TDMA linha por linha.
d. Calcular o erro obtido $E = \phi_{num} - \phi_m$, com cada algoritmo de solução do sistema algébrico. Calcular o índice da ordem, $I = E/\Delta^2$, onde Δ é o espaçamento utilizado ($\Delta=\Delta x=\Delta y$). Verificar se o índice é constante ao refinar a malha.
e. Comparar o número de iterações obtido para obter convergência, utilizando Gauss-Seidel e TDMA linha por linha. Utilize o seguinte critério de convergência:

$R = \sum_i \sum_j \left| R_{i,j} \right| \le tol$ onde $tol = 10^{-5}$ e $R_{ij} = a_P\, \phi_P - [a_E\, \phi_E + a_W\, \phi_W + a_N\, \phi_N + a_S\, \phi_S + b]$

3) Crie a seguinte geometria no ANSYS. Considere raio do setor angular igual a 1.