



TM-701 DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL I – 2010/2

11º TRABALHO COMPUTACIONAL – 25 Ago 10

Até 13 Out 10 = esclarecimento de dúvidas; **Até 15 Out 10 = entrega**

Implementar um programa computacional para resolver numericamente, através do método de volumes finitos, o modelo matemático constituído pelas equações de conservação da massa e da quantidade de movimento linear (problema de Moody), relativo ao escoamento unidimensional de fluido incompressível com propriedades constantes, definido por

$$\text{MASSA: } \frac{\partial(uA)}{\partial x} = 0$$

$$\text{QML: } \rho A \frac{\partial u}{\partial t} + \rho \frac{\partial(Au^2)}{\partial x} = \mu \frac{\partial}{\partial x} \left(A \frac{\partial u}{\partial x} \right) - A \frac{\partial p}{\partial x} - S(u, A)$$

onde A = área do escoamento em cada coordenada x , t = tempo, u = velocidade, p = pressão, ρ = massa específica, μ = viscosidade e S = termo fonte.

Modelo numérico:

- Empregar o modelo descrito no capítulo 9 das notas de aula.
- Utilizar o esquema UDS na advecção e o CDS na difusão e na pressão.
- Aplicar as condições de contorno com volumes fictícios.
- Usar o método TDMA para resolver os dois sistemas de equações algébricas.
- Para interromper o processo iterativo, usar o procedimento da seção 3.4.5 das notas de aula sobre as duas variáveis indicadas no primeiro item dos resultados a apresentar.

Dados:

$N = 12$ (volumes de controle incluindo dois fictícios)
 $D_o = 2 \times 10^{-2}$ m $C_D = 4 \times 10^{-3}$ $\Delta t = 1$ s $L = 5$ m
 $\mu = 1 \times 10^{-3}$ Pa.s $\rho = 10^3$ kg/m³ $f = 2 \times 10^{-2}$ $U_{in} = 10$ m/s
Número de iterações no ciclo da MASSA = 2

Depois de ter obtido a solução numérica convergida, mas antes de gerar as tabelas e os gráficos, deve-se fazer o seguinte pós-processamento:

- $u(1) = U_{in}$
- $u(N) = (u(N-1) + u(N))/2$
- $p(1) = (p(1) + p(2))/2$
- $p(N) = (p(N-1) + p(N))/2$
- $p_{ref} = p(1)$
- $p(P) = p(P) - p_{ref}$, para $P = 1$ a N

onde os números e letras entre parênteses representam os volumes de controle; e 1 e N são volumes fictícios.

Resultados a apresentar:

1) Gráfico da variação de $u(N)$ (em escala logarítmica), em cada iteração i , *versus* número da iteração (em escala decimal). No mesmo gráfico, outra curva com a variação de dp em cada iteração, onde $dp = p(2) - p(N)$

2) Para a solução final, tabela contendo em cada linha: número do nó, x_P , a_w , a_p , a_e , b_p , onde

$$a_p u_p = a_w u_w + a_e u_e + b_p$$

3) Tabela contendo em cada linha: número do nó, x_P , u_P , incluindo os dois contornos.

4) Gráfico de u_P *versus* x_P , incluindo os dois contornos.

5) Tabela contendo em cada linha: número do nó, x_e , u_e , incluindo os dois contornos.

6) Gráfico do fluxo de massa na face leste de cada volume de controle, incluindo os dois contornos.

7) Para a solução final, tabela contendo em cada linha: número do nó, x_P , a_w , a_p , a_e , b_p , onde

$$a_p p_p = a_w p_w + a_e p_e + b_p$$

8) Tabela contendo em cada linha: número do nó, x_P , p_P , p_p , incluindo os dois contornos.

9) Gráfico de p_P *versus* x_P , incluindo os dois contornos.

10) Listagem impressa do programa computacional implementado (sem=nota zero; com=nota obtida).

DIRETRIZES OBRIGATÓRIAS

1. Usar precisão dupla e apresentar os resultados com pelo menos 10 algarismos significativos.
 2. Usar papel A4 branco ou folha com pauta.
 3. O texto deve ser impresso ou escrito à caneta.
 4. Identificar claramente cada item dos resultados a apresentar.
 5. Apresentar os resultados na seqüência solicitada no trabalho.
 6. Só apresentar os resultados solicitados no trabalho.
- Haverá perda de 10 pontos (de 100) para cada um dos itens acima (das diretrizes obrigatórias) que não for satisfeito.
 - **Este trabalho computacional deve ser feito individualmente ou em equipe de até dois alunos.**
 - Se tiver alguma dúvida, entre em contato com o professor antes do prazo de entrega.
 - **Para avaliação do trabalho, não se aceita entrega atrasada.**

RECOMENDAÇÕES:

- Usar como base o programa implementado para fazer o 9º trabalho computacional.
- O programa computacional Prog7_CFD1, disponível no site da disciplina, pode ser usado para comparar os resultados.