SME5802

Introdução à Mecânica dos Fluidos Computacional
Gustavo Carlos Buscaglia

ICMC - Ramal 8176, gustavo.buscaglia@gmail.com

Projetos finais:

Os projetos deverão constar de introdução teórica descrevendo as equações e métodos utilizados, de uma descrição da implementação, de uma seção de resultados numéricos bem motivados, analisados e discutidos, e de conclusões. O número de páginas incluindo figuras e tudo deverá ser de mínimo 4 e máximo 6, aproximadamente com o formato dessa página aquí.

1. Modificar o programa MAC de maneira a resolver o escoamento em um canal com um obstáculo retangular (não em contato com as paredes) e reproduzir a esteira de vórtices de von Karman. Comparar frequências e forças (lift, drag) com a literatura.
2. Desenvolver um código baseado na discretização MAC para escoamento de Darcy (meios porosos), e acoplar com a equação de transporte-difusão.
3. Resolver com suficiente precisão o problema de "dam break" para comparar com solução exata (ou de referência). Para isto deverá, em particular, estudar, explicar e implementar o "sonic fix".
4. Modificar o programa MAC para <u>não fazer passo fracionado</u>, isto é, resolver o problema acoplado velocidade-pressão de uma vez (matriz $3N \times 3N$). A discretização temporal deverá ser feita com o método ABCN:

$$\begin{aligned}
\frac{u^{n+1}-u^n}{\Delta t} + \frac{3}{2}\,(u^n\cdot\nabla)u^n - \frac{1}{2}\,(u^{n-1}\cdot\nabla)u^{n-1} - \frac{1}{2\,Re}\,(\nabla^2 u^{n+1} + \nabla^2 u^n) + \nabla p^{n+1} &= 0 \\
\nabla\cdot u^{n+1} &= 0
\end{aligned}$$

   Aplicar ao problema do "backward facing step" e a algum problema transiente.
5. Acoplar o método MAC com a equação de transporte e difusão da temperatura. Resolver a instabilidade de Rayleigh-Bénard, que acontece quando um fluido em reposo é colocado em contato com uma parede inferior quente ($T = 1$) e uma parede superior fria ($T = 0$). A densidade depende da temperatura segundo $\rho = \rho_0(1 - \beta T)$. As equações adimensionais a resolver (no domínio $0 < x_2 < 1$) acabam sendo

$$\begin{aligned}
\partial_t u + (u\cdot\nabla)u - \nabla^2 u + \nabla p &= Ra\,Pr\,T\,\mathbf{e}_2 \\
\nabla\cdot u &= 0 \\
\partial_t T + (u\cdot\nabla)T - \frac{1}{Pr}\,\nabla^2 T &= 0
\end{aligned}$$

   onde Ra é o número de Rayleigh e Pr o número de Prandtl. Tomaremos $Pr = 4$ (aproximadamente o da água). Se $Ra < 1700$ o fluido deveria permanecer em reposo. Se $Ra > 1800$ esperamos a formação das bonitas "células de Bénard". Resolver em domínio de comprimento (em x_1) no mínimo 6, com paredes adiabáticas a ezquerda e direita.