

Lógica de Utilização de CFD

Enquadramento

Sucintamente, a Mecânica de Fluidos Computacional, ou *Computational Fluid Dynamics (CFD)*, consiste na análise e resolução de problemas que envolvem fenómenos de dinâmica de fluidos e transferência de energia, tais como reações químicas por intermédio do poder computacional. Entre as principais áreas de aplicação de CFD, encontram-se as seguintes: [1]

- Aerodinâmica nos setores da aviação e automóvel;
- Hidrodinâmica de navios;
- Combustão interna de motores e turbinas a vapor;
- Turbomáquinas;
- Ventilação de sistemas elétricos;
- Processos de engenharia química como separação e mistura e modelação de polímeros;
- Sistema de AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado) em edifícios;
- Engenharia ambiental: avaliação da emissão de poluentes para a atmosfera;
- Meteorologia;
- Engenharia Biomédica: avaliação do fluxo sanguíneo nas artérias e veias;

Um dos principais desafios da utilização da tecnologia CFD está relacionado com o facto da análise e processamento deste tipo de problemas ser complexo, uma vez que exige a descrição completa e minuciosa do fenómeno que se pretende estudar, e por isso, os custos computacionais são relativamente elevados, assim como os custos de manutenção de máquinas. No entanto, os resultados produzidos da aplicação de técnicas de CFD para resolução de problemas tem as suas vantagens que contrabalançam os desafios identificados, tais como: [1]

- Redução substancial dos custos económicos de novas linhas de produção;
- Possibilidade de estudar sistemas em que a obtenção de resultados experimentais é difícil ou mesmo impossível de obter (ex: sistemas de grande dimensão);
- Possibilidade de estudar sistemas sobre condições agrestes no, e acima do seu limite de funcionamento (ex: avaliação da probabilidade de ocorrência de acidentes);
- Nível praticamente ilimitado de resultados altamente detalhados;

Lógica de aplicação de CFD

Existem vários códigos disponíveis para a utilização de CFD, que já têm incorporados algoritmos numéricos que permitem resolver problemas de escoamento de fluidos, e fenómenos de transferência de energia. Estes códigos, através dos seus interfaces, permitem que o utilizador introduza os parâmetros do problema e que examine os resultados das simulações. Essencialmente, todos os códigos CFD possuem 3 elementos fundamentais, que são utilizados pela seguinte ordem:

1. Pré-processamento;
2. Solver;
3. Pós-Processamento;

Pré-processamento

Consiste na introdução e caracterização de um problema de escoamento de fluido ou de transferência de energia no programa CFD, efetuado, normalmente através de um interface entre programa e utilizador. Nesta etapa, o utilizador da ferramenta efetua as seguintes atividades: [1]

- Definição e modelação da geometria a analisar: o domínio computacional;
- Geração de malha – A subdivisão do domínio num conjunto de subdomínios de menor dimensão (células);
- Seleção do fenómeno químico ou físico que necessita de ser modelado (ex: indicação dos submodelos numéricos a aplicar para cada problema);
- Definição das propriedades do fluido;
- Especificação apropriada das condições de fronteira nas células que coincidem com as fronteiras do domínio;

Cerca de 50% do tempo despendido num trabalho CFD é dedicado à definição e modelação da geometria, e a geração de malha.

Solver

Essencialmente, existem 3 métodos de resolução numérica de problemas: método das diferenças finitas, dos elementos finitos e dos volumes finitos (FVM). Este último é habitualmente o método mais utilizado em CFD. A resolução numérica passa, sequencialmente, pelas seguintes etapas:

1. Integração das equações gerais de conservação que regem o escoamento de um fluido nos controlos de volume (células) do domínio;
2. Discretização – conversão do resultado da integração das equações num sistema algébrico de equações (matriz);
3. Resolução das equações algébricas através do método iterativo;

Os códigos CFD já possuem diversas técnicas de integração, discretização, e resolução das equações, adaptáveis aos mais diversos problemas, consoante a escolha do utilizador. Entre os principais códigos CFD existentes no mercado, destacam-se o ANSYS/FLUENT, STAR-CCM+ e o OpenFOAM.

Pós-processamento

Consiste na fase de análise dos resultados obtidos nas simulações. Consoante as capacidades gráficas e computacionais, as ferramentas de visualização de resultados assumem diferentes formas, entre as quais: [1]

- Visualização da geometria modelada, assim como da malha gerada;
- Plots das propriedades do fluido (velocidade, temperatura, pressão, etc.);
- Plots de linhas e contornos a sombreado;
- Plots de superfície 2D e 3D;
- Medição da trajetória de partículas;
- Manipulação das orientações de visualização gráfica (translação, rotação, zoom in zoom out, etc.)
- Produção de animações (vídeos);

Bibliografia

[1] Versteeg, H.K., Malalasekera, W. (1995). An Introduction to Computation Fluid Dynamics, The Finite Volume Method. 2ª Edição, Pearson Education Limited. Edinburgh Gate, Harlow, Inglaterra. Disponível na Dropbox.