



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - CAMPUS JOINVILLE

CENTRO DE ENGENHARIAS DA MOBILIDADE

CURSO DE EXTENSÃO - CFD

EQUIPE

Cristina Mendes da Silva

Janaina Ribas de Amaral

ANTEPROJETO: TÚNEL DE ÁGUA CIRCULANTE

Novembro, 2014

1. INTRODUÇÃO

CFD (Computational Fluid Dynamics) é uma ferramenta usada para simular, por exemplo, o escoamento viscoso em canais circulantes de água, os quais são amplamente utilizados para realização de análises hidrostáticas em corpos submersos (navios, submarinos, plataformas, hélices e etc.) e, para visualização do escoamento. Uma de suas maiores vantagens, é a capacidade de avaliar os campos de fluxo complexo (gerado por vórtices e suas interações) ao redor de corpos como aeronaves de alta performance e embarcações de grande porte. A possibilidade de medir todas as componentes de força atuantes no objeto em questão bem como a visualização de como o escoamento se desenvolve ao redor do mesmo, faz com que este equipamento seja essencial para o aperfeiçoamento dos modelos testados.

2. DESCRIÇÃO GLOBAL DO PROBLEMA

Para simular as configurações do túnel de água, é necessário conhecer a seção onde o escoamento é invíscido, ou seja, onde não há influências da parede do próprio túnel no perfil de velocidade do fluido. Outra condição para validação da análise do modelo em relação ao protótipo, é que haja um perfil de velocidade média constante (perfil reto de velocidade) na área de teste. E ainda, conseguir adequar a malha computacional e as condições de contorno (que definem o fluxo do escoamento e a geometria do túnel) para que os dados obtidos sejam coerentes com a realidade do escoamento.

3. OBJETIVOS

Estabelecer uma condição de contorno para o escoamento proveniente da barreira airada (retificador de fluido), a qual permite com que o fluxo entregue pela bomba seja estabilizado. Gerar a malha computacional da geometria do túnel de água a partir do software ICEM CFD e, com o auxílio do software Fluent, verificar a região onde o escoamento será invíscido, ou seja, o local de teste, avaliando o comprimento e área do mesmo. E ainda, analisar influência da forma do túnel na espessura da camada limite, comparando os resultados computacionais com o resultado analítico para um tubo simples.

4. ANÁLISE FENOMENOLÓGICA

Canais circulantes de água permitem a visualização do escoamento, medição da distribuição de força e pressão em corpos submersos, do impulso de hélices e medidas de torque. Usado para testar o comportamento hidrodinâmico desses corpos, seguindo os mesmos princípios de funcionamento de um túnel de vento, a diferença está no fluido de trabalho, no caso, a água. Muitas vezes, contanto que o número de Reynolds seja equivalente, os resultados são válidos tanto se um veículo submerso for testado no ar ou um veículo aéreo for testado na água.

Em túneis de água, o fluido circula com bombas usando uma diferença de carga de pressão líquida para mover o fluido ao invés de transmitir o impulso nele diretamente. Assim, o retorno da água não precisa de ajustes, apenas um tubo dimensionado para a bomba em questão e condições de contorno referentes à velocidade desejada. A seção a montante do túnel, consiste de um retificador, com vários furos ao longo do seu lado e com extremidade aberta para amenizar a turbulência do escoamento antes de chegar à região de teste. O retificador é considerado como uma zona de pressão e velocidade homogênea, que entrega o escoamento à região de teste de modo laminar, admitindo que o fluido seja incompressível. O interessante seria que o túnel fosse selado para poder reduzir a pressão interna estática, permitindo o estudo dos efeitos de cavitação.

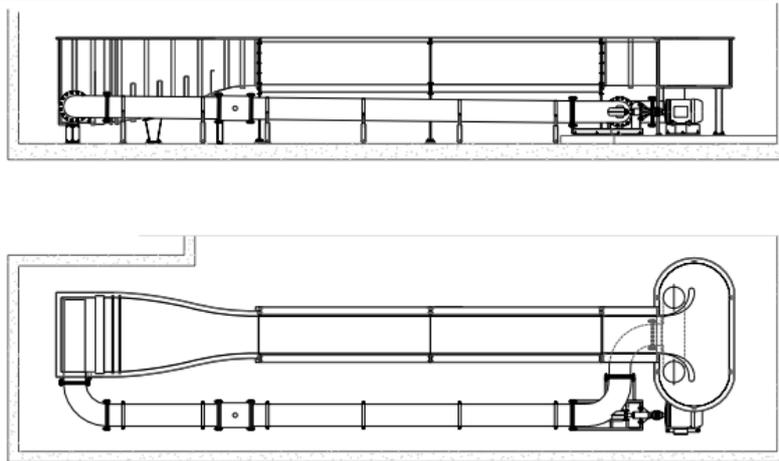


Figura 01 – Esboço de um túnel de água circulante. [2]

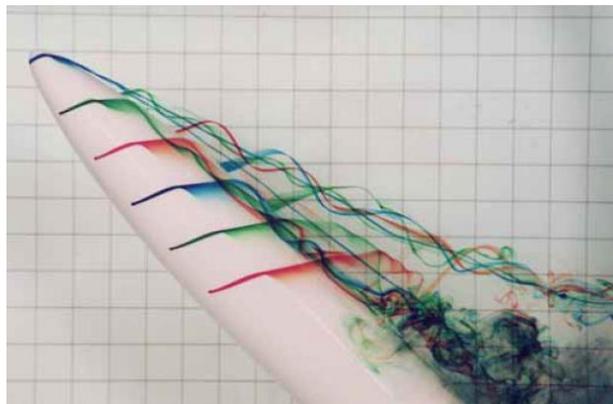


Figura 02 – Escoamento ao redor de aerofólio testado em um túnel de água circulante. [3]

5. ABORDAGEM EM CFD

A transferência dos dados empíricos e analíticos para o âmbito computacional permite corrigir e aprimorar as condições iniciais e de contorno que regem o escoamento em questão. A complexidade de solucionar os problemas relacionados ao comportamento fluidodinâmico está na definição dessas condições e, nas simplificações no equacionamento que modela o sistema. Para isto, o software Fluent é programado para resolver as equações (RANS – Reynolds Averaged Navier-Stokes) por métodos de integração numérica, a partir dessas condições características e do refinamento da malha geométrica através do software ICEM CFD.

Alguns parâmetros são essenciais para a inicialização do experimento, como:

- Modelo de Turbulência: primeiramente laminar, se houver a ocorrência de picos de velocidade gerando turbulência, a alternativa é o uso do modelo SST – $k\omega$, devido à capacidade de prever a camada limite do escoamento turbulento, descolamento e vórtices.
- Regime Permanente.
- Domínio Computacional: volumes finitos.
- Malha Computacional: geometria configurada a partir da importação via SolidWorks – malha não ortogonal estruturada.
- *Solver*: baseado na pressão – sem mudança de densidade.
- Unidades (SI); Condições de Operação (pressão atmosférica); Material (água líquida).
- Condições de Contorno: entrada – velocidade de entrada da água, parede – tubo, saída – *outflow*.

6. CONCLUSÕES

O fluxo viscoso dentro do canal recirculante de água é numericamente investigado pelo CFD, prevendo a distribuição de velocidade e simulando a superfície livre na zona de teste.

A utilização de tais ferramentas computacionais para simular e modelar numericamente sistemas complexos permite abranger todas as peculiaridades e restrições do protótipo. Além de ser economicamente viável em tempo e custo, possibilita capturar algumas propriedades que são difíceis de mensurar. Porém, a aplicação dos métodos analíticos ainda se faz presente para que a resposta gerada pelo software seja avaliada qualitativa e quantitativamente, validando a mesma.

7. REFERÊNCIAS

[1] Chen Z, Kurokawa Y, Nishimoto H. **CFD Application on the Development of Circulating Water Channel**. Proceedings of the Sixteenth (2006) International Offshore and Polar Engineering Conference. 2006 Mai – Jun.

[2] Ássi GRS, Meneghini JR, Aranha JAP, Coletto WGP. **Design, Assembling and Verification of a Circulating Water Channel Facility for Fluid Dynamics Experiments**. 18th International Congress of Mechanical Engineering. 2005, Nov.

[3]Rolling Hills Research Corporation. **Water Tunnels**. Disponível em 30/09/2014:<http://www.rollinghillsresearch.com/Water_Tunnels/Water_tunnel.html>.

[4] Learn Engineering. **Computational Fluid Dynamics – RANS and FVM**. Disponível em 12/10/2014:<<http://www.learnengineering.org/2013/05/computational-fluid-dynamics-rans-fvm.html>>.