

Aerodinâmica

Aerodinâmica

Professor: Luís Eça

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Aerodinâmica

Programa

1. Introdução

- Forças aerodinâmicas.
- Caracterização do escoamento. Variáveis e princípios físicos que regem o escoamento.

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Programa

2. Escoamento Incompressível de Fluido Real

- Soluções analíticas das equações que regem o escoamento.
- Escoamento bi-dimensional, incompressível em regime permanente (regime laminar).
- Transição de regime laminar a turbulento.

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Programa

2. Escoamento Incompressível de Fluido Real

- Escoamento em regime turbulento.
- Controlo de camada limite. Transição forçada, sucção e sopro.

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Programa

3. Escoamento Incompressível de Fluido Perfeito

- Equações de Euler. Equação de Bernoulli. Escoamentos irrotacionais.
- Vorticidade e circulação de velocidade.
- Escoamento bi-dimensional, incompressível e irrotacional.
- Escoamento potencial tri-dimensional.

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Programa

4. Superfícies sustentadoras

- Definições geométricas.
- Coeficientes de sustentação e resistência.
- Perfis.
- Asas finitas.

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Programa

5. Corpos não fuselados

- Esteira próxima e esteira afastada.
- Libertação de vórtices.
- Número de Strouhal.
- Vibrações induzidas pelo escoamento.

Programa

6. Utilização de programas de cálculo numérico

- Erro numérico.
- Verificação de códigos.
- Verificação de soluções/cálculos.
- Validação.

Bibliografia

1. Fundamentos de Aerodinâmica Incompressível
Vasco de Brederode - Edição do Autor,
Distribuição IDMEC.
2. Fluid Flow, A First Course in Fluid Mechanics
Sabersky R.H., Acosta A.J., Hauptmann E.G, Gates E.M.
Prentice Hall, 4th Edition, 1999.
3. Momentum Transfer in Boundary Layers
Cebeci T., Bradshaw P.
Hemisphere Publishing Corporation, McGraw-Hill, 1977.

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Bibliografia

4. Boundary Layer Theory
Schlichting H.
McGraw-Hill, 7th Edition, 1979.
5. Theory of Wing Sections
Abbott I.H., Doenhoff A.E. Von
Dover Publications, 1959.
6. Aerodynamics of the Airplane
Schlichting K., Truckenbrodt E., Ramm H.J.
McGraw-Hill, 1979.

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Bibliografia

7. Fluid Mechanics: Problems and Solutions
Spurk J.H.
Springer Verlag, 1997.

Avaliação de Conhecimentos

- Aulas de Problemas:
- Problemas propostos na página da disciplina na semana anterior
- Inscrições até 2^a feira de cada semana (2 alunos por aula)
- 0,5 valores por cada aula apresentada (máximo de 2 valores na nota final)

Avaliação de Conhecimentos

- Exame escrito, N1 (Nota mínima =10)
- Dois trabalhos práticos :
 - a) Laboratorial : Ensaio de um perfil alar, N2
 - b) Cálculo numérico : Cálculo do escoamento em torno de uma asa finita, N3

Os trabalhos práticos incluem a elaboração de um relatório e uma apresentação oral de 15 minutos (só N2) e podem ser realizados por grupos de 3 alunos. O segundo trabalho é facultativo.

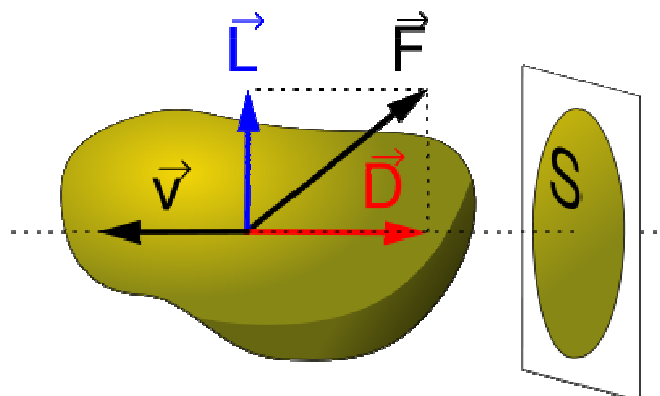
Nota após as três provas = $0.7N1 + 0.1N2 + 0.2N3 + P$

Prova oral obrigatória para todos os alunos com nota superior a 10 na média ponderada das três provas, podendo o responsável da disciplina dispensar a sua realização. P-Aulas de problemas

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Introdução

Objectivo: Determinar as forças que se exercem sobre um corpo imerso num escoamento



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Aerodinâmica

Introdução



Aeronave a voar a altitude e velocidade constante

$$\text{Peso} = \text{Sustentação}$$

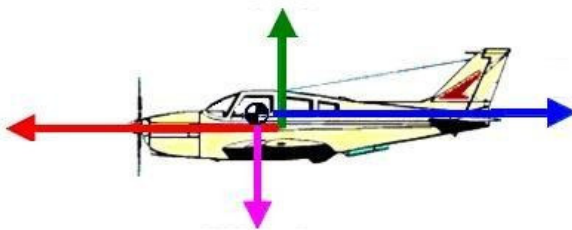
$$\text{Força Propulsiva} = \text{Resistência}$$

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Aerodinâmica

Introdução

Força de Sustentação é a componente da força aerodinâmica na direcção perpendicular ao escoamento de aproximação.



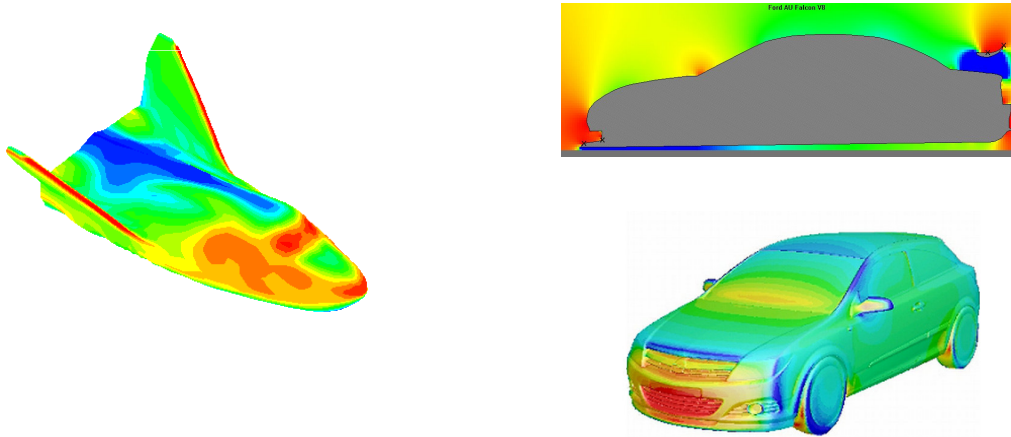
Força de Resistência é a componente da força aerodinâmica na direcção do escoamento de aproximação.

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Introdução

Origem da força aerodinâmica:

1. Pressão na superfície do corpo

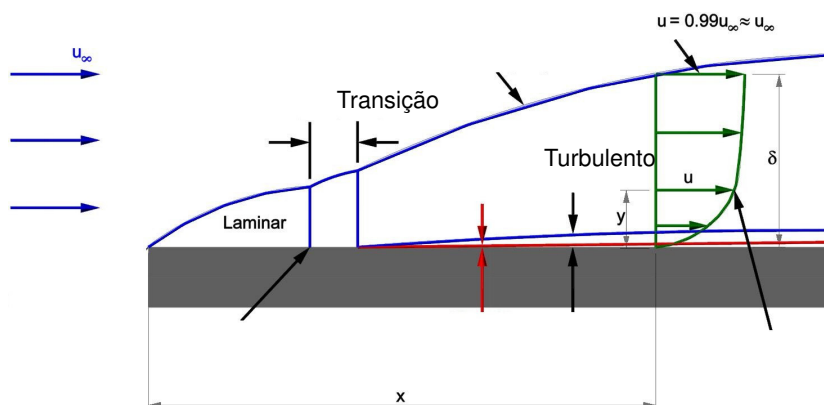


Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Introdução

Origem da força aerodinâmica:

2. Tensão de corte na superfície do corpo



Tensão de corte na parede

$$\tau_w = \mu \left(\frac{\partial U}{\partial y} \right)_{y=0}$$

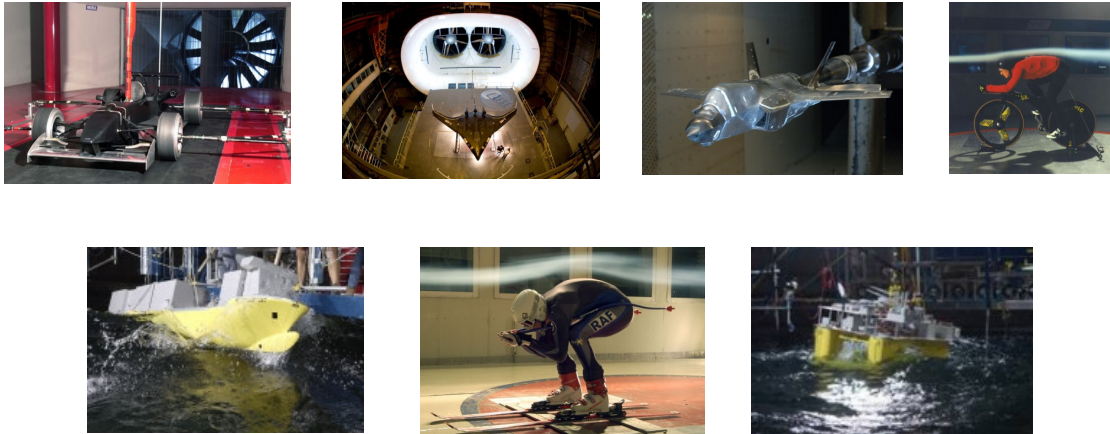
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Aerodinâmica

Introdução

Determinação da força aerodinâmica:

a) Experimental



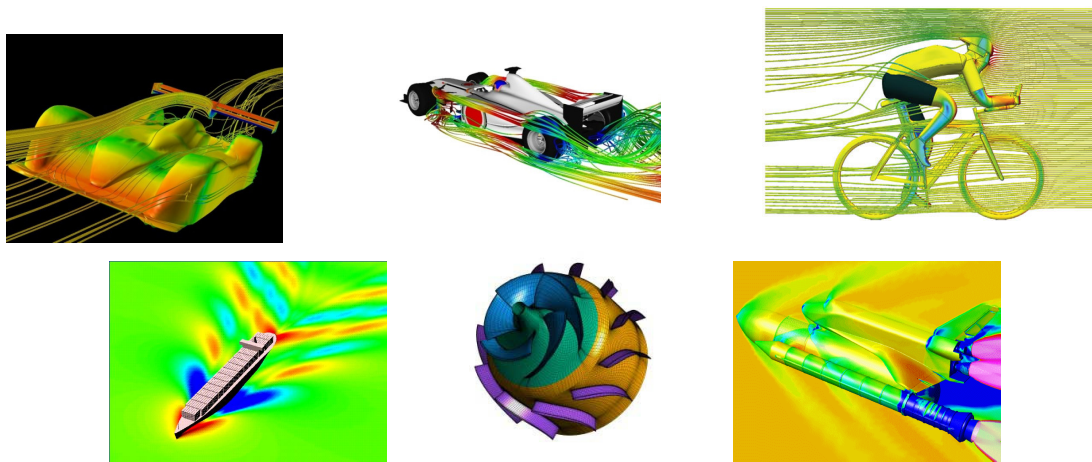
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Aerodinâmica

Introdução

Determinação da força aerodinâmica:

b) Teórica (Solução numérica de um modelo matemático)



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Descrição do campo do escoamento

Variáveis a determinar:

- Pressão (1)
- Velocidade (3)
- Massa específica (1)
- Temperatura (1)

Descrição do campo do escoamento

- Fluido é tratado como um meio contínuo
- Equação de estado(1)
 - Fluido Incompressível $\rho = \text{constante}$
 - Gás Perfeito $p = \rho RT$
- Princípio de Conservação da Massa (1)
- Segunda lei de Newton (Balanço de quantidade de movimento)(3)
- 1ª Lei da Termodinâmica (Balanço de energia)(1)