

# Exercícios: Aula de Aerodinâmica não Estacionária

Tobias Moraes - [tobias@ufu.br](mailto:tobias@ufu.br)

Agosto 2020

## 1 Exercício 1

Dada a função de deficiência na sustentação proposta por Wagner, considere a integral de Duhamel para o caso de uma resposta degrau e determine:

- Qual a função da sustentação se a velocidade normal induzida pelo aerofólio no escoamento for representado por uma função harmônica  $w = w_a \sin \omega t$ , lembrando que  $t$  pode ser expresso em termos  $\tau$ , sendo  $\tau$  o tempo admensinal que representa o número de semi-cordas viajadas pelo escoamento.
- Despreze o termo  $w_o$  e adote valores de  $\rho = 1.225Kg/m^3$ ,  $c = 2m$ ,  $c_{l\alpha} = 2\pi$  e  $V = 200m/s$ . Trace em um mesmo gráfico a sustentação no domínio do tempo para diferentes valores de frequência reduzida ( $0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0, 2.0$ ), sendo  $k = \frac{\omega b}{V}$ .

Instrução para responder a questão: Para responder este exercício, entregar um código computacional que resolva simbolicamente a integração e gere o gráfico.

## 2 Exercício 2

Explique com suas palavras o processo para a determinação da função de Theodorsen,  $C(k)$ . Observe a expressão da sustentação não estacionária e responda: Por que a sustentação gerada não é representada somente pelos termos circulatórios? Qual a importância dos termos não circulatórios e os potenciais associados?

Instrução para responder a questão: Para responder este exercício, entregar um arquivo texto.

### 3 Exercício 3

Considere os dados abaixo para uma secção típica composta por um aerofólio conforme descrito na aula. Adote a aerodinâmica quase estacionária e a aerodinâmica não estacionária para o caso de frequencia reduzida igual a 0.25. Obs: Estamos adotando este valor constante para a frequência reduzida pois ainda não foi desenvolvida, no curso, nenhuma ferramenta para resolver o problema sem essa consideração. Use os códigos apresentados em aulas anteriores para auxiliar durante a resolução deste problema.

```
1 % Modelo de uma seccao tipica de 2DOFs
2 % Aerodinamica Nao-estacionaria representada Funcao de Theodorsen
3 clear;clc;
4 Voo=35; % [m/s] Velocidade do escoamento.
5 wh=2.1030*2*pi; % [rad/s] Frequencia Natural translacao em z
6 wa=4.3761*2*pi; % [rad/s] Frequencia Natural rotacao em theta
7 Xcg = 0.42; % [m] posicao do cg com relacao ao bordo de ataque
8 Xce = 0.33; % [m] posicao do eixo de rotacao com relacao ao bordo de ataque
9 Izz = 9.21; % [Kgm^2] momento de inercia
10 b=0.5; % [m] Semi-corda
11 c=2*b; % [m] Semi-corda
12 mass = 164.42; % [kg] Massa do aeroftolio
13 rho=1.225; % [kg/m^3] Densidade do ar
```

- Para o caso de se adotar a Aerodinâmica quase estacionária, determine simbolicamente as matrizes de A, B, C, D e E do sistema aeroelástico.
- Mantendo o caso de Aerodinâmica quase estacionária, substitua os valores adotados e determine os modos de Vibrar e as frequencias Naturais. Discorra sobre a complexidade dos modos.
- Ainda no caso de Aerodinâmica quase estacionária, determine a resposta temporal para uma condição inicial de deslocamento no graus de liberdade de translação e rotação.
- Adotando a Aerodinâmica não estacionária, determine simblicamente as matrizes de A, B, C, D e E do sistema aeroelástico.
- Mantendo a Aerodinâmica não estacionária, substitua os valores adotados e determine os modos de Vibrar e as frequencias Naturais. Discorra sobre a complexidade dos modos.

- Por fim, ainda considerando a Aerodinâmica não estacionária, determine as respostas temporais de deslocamentos e velocidades para uma codição inicial de deslocamento no graus de liberdade de translação e rotação.

Instrução para responder a questão: Para responder este exercício, entregar um código computacional que determine simbolicamente as matrizes, determina as frequências naturais e plote os modos, imprima a discussão sobre a complexidade dos modos e gere as respostas.