

Fundamentos de Aeroacústica
Prof. Andrey R. da Silva
Lista de Exercícios 3
Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica

8 de setembro de 2015

1 Cálculo do NPS em campo distante utilizando a analogia de Lighthill

Em anexo a esta lista encontra-se no Moodle o arquivo em formato Matlab intitulado *velocidades.mat*. Este arquivo consiste em três matrizes, cada qual com dimensões $100 \times 95 \times 100$ correspondendo às velocidades u_x , u_y e u_z de um região turbulenta em espaço livre.

A origem do sistema de coordenadas é colocado na posição matricial (1,1,1) de cada matriz. A discretização espacial Δx (distância entre cada elemento) é igual a 0,003 m.

O objetivo deste item é calcular o nível de pressão sonora em campo distante na coordenada espacial $\mathbf{x} = (15, 15, 15)$ [m] gerado por este processo turbulento, utilizando, para tanto, a solução através da função de Green para espaço livre da analogia de Lighthill, dada por:

$$p(\mathbf{x}) \approx \int \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_j} \left[\frac{\rho_0 v_i v_j(\mathbf{y})}{4\pi |\mathbf{x} - \mathbf{y}|} \right] d^3 \mathbf{y} \quad (1)$$

Dicas: Assuma a densidade média $\rho_0 = 1,2 \text{ kg/m}^3$ e a velocidade do som $c_0 = 340 \text{ m/s}$. A fonte está em espaço livre e o fluido no ponto $\mathbf{x} = (15, 15, 15)$ [m] é ideal e isoentrópico.

Com base no exposto acima:

1.1 - Forneça o valor calculado da pressão acústica.

1.2 - Plote o mapa de superfície em termos de velocidade absoluta e vorticidade. Atenção: a componente de velocidade u_z é nula. Portanto, deve-se utilizar uma "fatia" das matrizes u_x e u_y para realizar o que foi pedido. Com base nas figuras qual a dimensão característica aproximada l da escala de turbulência? Justifique a sua resposta.

1.3 - Utilizando a Eq.(1) plote a pressão sonora em função da velocidade absoluta decrementos de 10^{-1} . Isto é, comece plotando o valor da pressão para a velocidade absoluta média fornecida nas matrizes originais. Reduza esta velocidade absoluta por 10 e plote o segundo ponto. Faça isto sucessivamente até obter 10 pontos plotados. No mesmo gráfico, plote a curva que rege a "lei da quarta potência" dada por:

$$p \approx \frac{l}{|\mathbf{x}|} \frac{\rho_0 v^4}{c_0^2} \quad (2)$$

Os resultados coincidem? Justifique a sua resposta de maneira crítica.

2 Cálculo da potência sonora pela teoria do som vorticial

2.1 - Caso lhe fosse dado o campo de velocidade de partícula acústica \mathbf{v}' , como você calcularia a potência sonora instantânea dada pelo corolário da energia de Howe, expresso por:

$$P = -\rho_0 \int_V (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}) \cdot \mathbf{v}' dV \quad (3)$$

sendo $\boldsymbol{\omega} = \text{curl}(\mathbf{v})$ a vorticidade do campo de velocidade \mathbf{v} . Explique, passo a passo, seu procedimento.

2.2 - Assuma que o campo de velocidade de partícula acústica seja homogêneo em todo o domínio fornecido e igual a $\mathbf{v}' = (0, 0, 35, 0)$ m/s. Determine a potência instantânea.

Observações gerais

Utilize o pacote Matlab para a implementação desta tarefa. Além da lista com a resolução dos itens sugeridos, deve-se enviar os códigos relativos a cada implementação. É importante que os códigos estejam amplamente comentados a cada operação realizada.

Data de entrega: 18/09/2015 até às 18h.