

MVO-31 - Desempenho de Aeronaves - Laboratório de MATLAB - Voo no Plano Vertical

Flávio Ribeiro, Guilherme Soares, Mauricio Morales

7 de abril de 2019

Nesta atividade, utilizaremos o modelo de aeronave de uso geral, retirado da apostila do curso do Prof. McClamroch (University of Michigan). Abaixo as características da aeronave:

- massa com tanques cheios e tripulação: 1315 kg
- área da asa (área de referência): 16.25 m^2
- monomotor, potência máxima ao nível do mar de 290 hp (216253 Watts).
- modelo propulsivo: $P = \delta_T \eta \left(\frac{\rho}{1.225} \right)^{0.6} 216253 \text{ Watts}$, onde δ_T é a posição da manete e ρ a densidade do ar (kg/m^3 , $\eta = 0.8$ é a eficiência da hélice.)
- polar de arrasto: $C_D = 0.026 + 0.054C_L^2$
- $C_{L_{\max}} = 2.4$
- $C_L = 0.02 + 0.12\alpha$
- $C_M = 0.12 - 0.08\alpha + 0.075\delta_e$

Máximo fator de carga: $n_{\max} = 2$.

1. Considerando a aeronave com motor a pistão, pede-se:

- (a) Obter a expressão da potência requerida (em função da velocidade, ângulo de trajetória, densidade do ar e peso da aeronave);

- (b) Obter a expressão da potência requerida (em função da velocidade, *razão de subida* ($\dot{V}_{climb} = V \sin \gamma \approx V \gamma$), densidade do ar e peso da aeronave);
 - (c) Determine a expressão para a velocidade de potência mínima, bem como o valor de potência mínima (dado um *razão de subida*, densidade do ar e peso da aeronave);
 - (d) Dada uma potência, razão de subida, densidade do ar e peso, como determinar a velocidade de voo? Quantas soluções existem?
 - (e) Quais as velocidades mínimas e máximas, para um dado ângulo de trajetória e peso de aeronave?
 - (f) Determine a velocidade para a razão de subida máxima. Qual a razão de subida máxima?
 - (g) Determine a expressão do teto de voo, para uma dada razão de subida.
2. Faça o gráfico de potência requerida em função da velocidade, razão de subida de 5 m/s, considerando uma altitude de 3000 m. Insira nesse gráfico a potência máxima disponível e a velocidade de estol.
 3. Qual a velocidade de potência mínima?
 - (a) Compare o valor teórico com o obtido graficamente.
 - (b) Calcule a potência mínima, o ângulo de ataque, deflexão de profundor e posição de manete nessa condição de voo;
 4. Qual a velocidade máxima nessa altitude/ângulo de trajetória?
 - (a) Determine a deflexão de profundor e ângulo de ataque nessa situação;
 5. Qual a velocidade mínima?
 - (a) Determine a deflexão de profundor e ângulo de ataque nessa situação;
 6. Como o gráfico da potência requerida varia com a altitude? e com a taxa de subida?
 7. Considerando uma altitude de 3000 m, determine a condição de taxa máxima de subida;
 - (a) Determine a velocidade, o coeficiente de sustentação, o ângulo de ataque e deflexão de profundor.

8. Determine o teto de voo para uma razão de subida de 5 m/s.
9. Faça o gráfico do envelope de voo (velocidade x altitude) para uma razão de subida de 5 m/s. Inclua o limite aerodinâmico (velocidade de Estol).
10. Como o envelope de voo varia com outras razões de subida?
11. Considerando a aeronave apresentada neste trabalho, apresente em um mesmo gráfico as curvas de tração disponível e tração necessária para o voo nivelado versus velocidade. Para a questão escolha um valor de altitude como metade do teto de voo da aeronave e considere a manete em condição de regime máximo .
 - (a) O que representa a velocidade em que as curvas apresentam mesmo valor de tração?
 - (b) Considere agora que a aeronave esta voando na velocidade citada no item anterior. O que aconteceria se a aeronave recebe-se uma rajada de vento de proa ou de popa?
12. Sabendo que uma das informações que estão disponíveis para um piloto em um avião é o consumo de combustível (lb/h). Que informação um piloto pode obter quando dividir a velocidade em knot pelo consumo? O que isto representa para ele?
13. Sabemos que na engenharia aeronáutica os dados obtidos por projeto e ensaios em túnel são estimativas, devendo o dado real ser obtido em voo. Apresente uma proposta de determinação de polar por ensaios em voo. Considere que para a determinação da polar em voo só possuímos as informações disponíveis para o piloto (velocidade, altitude, quantidade de combustível consumido, parametros do motor como rotação) e as características da aeronave, como peso e dimensões. Na sua proposta deve haver considerações sobre posição do CG.