



<b>Disciplina:</b> Estabilidade e Controle de Aeronaves		<b>Código:</b> EMA 130
<b>Departamento:</b> Engenharia Mecânica		<b>Unidade:</b> Escola de Engenharia
<b>Carga Horária Total:</b> 60 horas	<b>Nº de créditos:</b> 4 cr	<b>Período:</b>
<b>Teórica:</b>	<b>Classificação:</b> Optativa	
<b>Prática:</b>		

**Pré-requisitos:**

<b>Código:</b>	<b>Disciplina:</b>
EMA111	Aerodinâmica

**Ementa:**

Conceituação de equilíbrio e estabilidade. Estabilidade estática e estabilidade dinâmica. Equilíbrio em vôo horizontal e em vôo planado. Critério para estabilidade estática longitudinal. Equação fundamental da estabilidade estática longitudinal. Deflexão do profundor para equilíbrio. Força no manche para equilíbrio. Deflexão do compensador para equilíbrio com momento nulo na articulação. Margens de estabilidade estática longitudinal manche fixo e manche livre. Manobrabilidade longitudinal. Efeito de diedro. Critério para estabilidade estática lateral. Determinação da margem de estabilidade estática lateral. Critério para a estabilidade estática direcional. Determinação da margem de estabilidade estática direcional. Equilíbrio em manobras transversais. Deflexões de comandos para realizar manobras transversais. Introdução á dinâmica de Aeronaves.

**Programa:**

<b>Semana:</b>	<b>Assunto:</b>
1	<p>Introdução (4 aulas)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Conceituação de equilíbrio e de estabilidade</li><li>1.2. Estabilidade estática e estabilidade dinâmica</li><li>1.3. Equilíbrio mecânico</li><li>1.4. Grandezas atuantes, de equilíbrio e de perturbação.</li><li>1.5. Hipóteses básicas</li></ol> <p>2. Revisão de Alguns Conceitos da Aerodinâmica (4 aulas)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>2.1. Principais parâmetros geométricos de uma asa.</li><li>2.2. Centro de pressão e centro aerodinâmico</li><li>2.3. Corda média geométrica e corda média aerodinâmica.</li><li>2.4. Notação para velocidades lineares e angulares, forças e momentos.</li><li>2.5. Sistemas de Referência</li><li>2.6. Ângulos entre sistemas .</li><li>2.7. Coeficientes de sustentação e de momento em torno da articulação para aerofólios com superfícies de comando e de comando e de compensação</li></ol> <p>3. Estabilidade Estática e Controle Longitudinais (12 aulas)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>3.1. Critério para estabilidade estática longitudinal</li><li>3.2. Margem estática, ponto neutro e margem de CG</li><li>3.3. Equilíbrio em vôo reto horizontal e em vôo planado</li><li>3.4. Equação fundamental da estabilidade estática longitudinal</li><li>3.5. Deflexão do profundor e força no manche para equilíbrio</li><li>3.6. Deflexão do compensador para equilíbrio com momento nulo na articulação.</li><li>3.7. Influência da estabilidade nos comandos para equilíbrio.</li></ol> <p>4. Manobrabilidade Longitudinal (4 aulas)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>4.1. Acréscimo no coeficiente de sustentação e no ângulo de ataque da empanagem horizontal para realizar manobras.</li></ol>



- 4.2. Acréscimo no ângulo de deflexão do manche para realizar manobras.
- 4.3. Ponto de manobra manche fixo
- 4.4. Movimento do manche por “g”.
- 4.5. Acréscimo na força no manche para realizar manobra.
- 4.6. Ponto de manobra manche livre
- 4.7. Força do manche por “g”.
  
5. Aplicações (4 aulas)
  - 5.1. Determinação dos pontos neutros através de ensaios em vôo.
  - 5.2. Determinação prática dos coeficientes aerodinâmicos.
  - 5.3. Trabalho prático individual: Cálculo dos comandos para equilíbrio e para manobra para uma aeronave
  
6. Estabilidade Lateral (8 aulas)
  - 6.1. O “efeito de diedro”.
  - 6.2. Critério para a estabilidade estática lateral
  - 6.3. Contribuição das asas: asas com diedro e sem enflechamento.
  - 6.4. Contribuição das asas: asas com diedro e com enflechamento
  - 6.5. Contribuição da empenagem vertical
  - 6.6. Análise de casos particulares.
  
7. Estabilidade Direcional (4 aulas)
  - 7.1. Critério para a estabilidade estática direcional
  - 7.2. Contribuição das asas: asa com diedro e sem enflechamento.
  - 7.3. Contribuição das asas: asas com diedro e com enflechamento
  - 7.4. Contribuição da empenagem vertical
  - 7.5. Análise de casos particulares.
  
8. Manobrabilidade Transversal (6 aulas)
  - 8.1. Principais manobras transversais: curvas coordenadas, curvas com asas niveladas e glissada.
  - 8.2. Raio de uma curva e tempo para realizar uma curva completa
  - 8.3. Deflexões de leme e ailerons para realizar manobras equilibradas
  - 8.4. Análise de casos especiais.
  - 8.5. Curvas usando apenas um comando (estando o outro comando fixo).
  - 8.6. Curvas usando apenas um comando (estando o outro comando livre).
  
9. Introdução á Dinâmica de Aeronaves (8 aulas)
  - 9.1. Modelos de estado.
  - 9.2. Modelos linearizados.
  - 9.3. Equilíbrio e estabilidade segundo Lyapunov.
  - 9.4. O primeiro método de Lyapunov
  - 9.5. O segundo método de Lyapunov
  - 9.6. Curto período e fugóide
  - 9.7. Integração numérica das equações de movimento.

**Critérios de Avaliação:**

1. Primeira Prova: 25 pontos
2. Trabalho Prático: 25 pontos
3. Segunda Prova: 25 pontos
4. Exame final: 25 pontos



Universidade Federal de Minas Gerais  
Escola de Engenharia  
Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica  
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha, Belo Horizonte MG CEP: 31.270-901  
Fone: (31) 3499 5065 Fax: (31) 3443 3783



**Bibliografia:**

1. Pinto, R. L. Utsch de F., 2007, *Estabilidade e Controle dos Aviões*, Centro de Estudos Aeronáuticos da EEUFMG, Belo Horizonte, Brasil.
2. Babister, A. W., 1961, *Aircraft Stability and Control*, Pergamon Press, New York, EUA.
3. Etkin, B., 1972, *Dynamics of Atmospheric Flight*, John Wiley & Sons, New York, EUA.
4. Ogata, K., 2003, *Engenharia de Controle Moderno*, Pearson-Prentice Hall, 4<sup>a</sup>. Edição, São Paulo, Brasil.