

Estruturas Aeroespaciais II – 10373

2022/2023 - 2º semestre

Descrição da Unidade Curricular

1. OBJETIVOS

Pretende-se que o aluno adquira competências adicionais às obtidas em Estruturas Aeroespaciais I, que permitam analisar com métodos mais avançados esforços e deformações em componentes e estruturas aeroespaciais através da utilização de ferramentas analíticas e computacionais adequadas. Também se pretende que saibam identificar carregamentos críticos de natureza não permanente e desenvolver um componente estrutural aeronáutico.

No final da unidade curricular, o aluno deverá:

- saber analisar e dimensionar estruturas aeroespaciais em compósitos laminados;
- saber aplicar o método dos elementos finitos em diferentes situações para calcular esforços em componentes aeronáuticos sujeitos a diferentes modos de carregamento;
- compreender os mecanismos de fadiga e saber prever o dano em componentes;
- compreender os fenómenos aeroelásticos de superfícies sustentadoras e o seu impacto no projeto da estrutura;
- saber projetar uma caixa de torção de asa ou estrutura equivalente em compósitos laminados.

2. PROGRAMA

0. Introdução à Unidade Curricular.

1. Estruturas em materiais compósitos: propriedades dos materiais compósitos utilizados em aeronáutica; análise de esforços em compósitos laminados; tipos de falha; análise de componentes aeronáuticos laminados (asas e fuselagens).

2. Métodos computacionais para análise estrutural: métodos matriciais (barras, vigas, treliças 2D e 3D); método dos elementos finitos (elementos viga, triangular e quadrilateral); exemplos de aplicação (análise estática); programas comerciais de MEF.

3. Introdução à Mecânica da Fratura: mecanismos de ruína e sua importância para o projeto de estruturas aeronáuticas; energia associada à fratura; propagação de fendas por fadiga e fluência; fator de intensidade de tensão; fatores ambientais.

4. Introdução à aeroelasticidade: interação fluido-estrutura; fenómenos de divergência, flutter e reversão de comandos; estimativa de velocidades críticas; técnicas para controlo destes fenómenos.

3. PROGRAMA/OBJETIVOS

Considerando que existe uma unidade curricular anterior dedicada às estruturas de aeronaves (Estruturas Aeroespaciais I), o programa da presente unidade curricular está estruturado para transmitir conhecimentos mais avançados, e com maior grau de especialização, na área das estruturas aeronáuticas. Assim, são introduzidos vários tópicos fundamentais para o projeto de estruturas aeroespaciais: estruturas em materiais compósitos laminados, abrangendo a análise e dimensionamento; método dos elementos finitos para a análise de problemas estruturais, pretendendo-se criar competências mínimas para a utilização de ferramentas computacionais na análise e projeto de estruturas e componentes aeronáuticos; Mecânica da Fratura, dada a sua importância para a compreensão dos fenómenos associados à ruína de componentes e integridade das estruturas aeroespaciais; aeroelasticidade de superfícies sustentadoras, dada a sua extrema importância para o projeto de estruturas aeroespaciais modernas.

4. METODOLOGIAS DE ENSINO

Esta unidade curricular está desenvolvida numa estrutura essencialmente teórico-prática. Nela, as matérias são transmitidas oralmente com apoio de projeção de diapositivos multimédia, de informação complementar escrita no quadro e através de resolução de um número elevado de exercícios. Em complemento, existe uma componente prática de projeto utilizando os conhecimentos adquiridos.

5. METODOLOGIAS/OBJETIVOS

As metodologias de ensino adotadas para esta unidade curricular seguem as tendências de unidades curriculares semelhantes em outras universidades, aliando a exposição oral e multimédia com a discussão dos temas e o trabalho de projeto. A estratégia pedagógica adotada assenta, também, no desenvolvimento de uma capacidade de análise crítica através da transmissão de conhecimentos teóricos fundamentais, da resolução de problemas práticos correspondentes a situações reais e à elaboração de um trabalho de projeto.

Apesar de haver um acompanhamento dos alunos por parte do docente da unidade curricular durante as horas de contacto, tanto nas matérias teóricas como nas práticas, é necessário um trabalho individual superior fora da aula por parte do estudante, ao nível do estudo dos conteúdos da unidade curricular, ao nível do estudo de outras matérias relacionadas contidas nas referências bibliográficas e ao nível da realização do trabalho de projeto. Este trabalho individual fomenta a autonomia e a capacidade crítica do estudante.

Para apoio à leção desta unidade curricular são utilizados recursos de ensino/aprendizagem diferenciados, mas essenciais, nomeadamente:

- Projetor de vídeo
- Livros, artigos e outra bibliografia
- Apontamentos
- Computador
- Folhas de Cálculo

- Software de FEM/FEA
- Modelos de aeronaves desenvolvidas anteriormente na UBI e outros

6. CALENDÁRIO

Cada aula de quatro horas tem uma tipologia teórico-prática para discutir assuntos relacionados com a matéria teórica, resolver problemas e desenvolver o projeto proposto. Na tabela abaixo é apresentado o calendário da matéria que deverá ser estudada em cada semana letiva.

Semana	Data	Capítulo	Páginas
1	21/02/2023	Interrupção: Carnaval	-
1	22/02/2023	0 / 1	1-28
2	28/02/2023	1	29-54
2	01/03/2023	1	55-78
3	07/03/2023	1	79-114
3	08/03/2023	1	115-132
4	14/03/2023	1	133-137
4	15/03/2023	1	138-149
5	21/03/2023	1	150-160
5	22/03/2023	projeto	-
6	28/03/2023	teste escrito	-
6	29/03/2023	compósitos laminados no Ansys	-
7	04/04/2023	projeto	-
7	05/04/2023	Interrupção: Páscoa	-
8	11/04/2023	2	1-36
8	12/04/2023	2	37-60
9	18/04/2023	2	61-86
9	19/04/2023	2	87-105
10	25/04/2023	Feriado: 25 Abril	-
10	26/04/2023	2	106-112
11	02/05/2023	teste escrito	-
11	03/05/2023	análise estática no Ansys	-
12	09/05/2023	3	1-57
12	10/05/2023	3	58-83
13	16/05/2023	4	-
13	17/05/2023	projeto	1-41
14	23/05/2023	teste escrito	-
14	24/05/2023	projeto	-
14	30/05/2023	projeto	-
14	31/05/2023	projeto	-
15	06/06/2023	apresentação oral	-
15	07/06/2023	apresentação oral	-

7. AVALIAÇÃO

A avaliação é feita em diferentes momentos que avaliam aspetos diferentes das competências adquiridas pelos estudantes: três testes escritos (T1, T2 e T3); e um relatório de projeto (T4). A classificação do processo ensino-aprendizagem é $T = 0,2T1 + 0,2T2 + 0,2T3 + 0,4T4$. Só os alunos que tenham realizado pelo menos o trabalho de projeto (T4) são admitidos a exame. A avaliação de exame é baseada num teste escrito (E1) e no trabalho de projeto realizado durante o semestre (o trabalho só é feito uma vez). A classificação do exame é $E = 0,6E1 + 0,4T4$. A nota final é $F = \text{maior}(T, E)$. A aprovação acontece quando $F \geq 10$.

Cada momento de avaliação é resumido abaixo.

1.	Frequência ($T = 0,2T1 + 0,2T2 + 0,2T3 + 0,4T4$)			100
	T1	Teste escrito	28-03-2023 (11h00)	20
	T2	Teste escrito	02-05-2023 (11h00)	20
	T3	Teste escrito	23-05-2023 (11h00)	20
	T4	Trabalho	07-06-2023 (24h00)	40
2.	Exame ($E = 0,6E1 + 0,4T4$)			100
	E1	Exame escrito Normal	??-??-2023 (??h30)	60
	E1	Exame escrito Recurso	??-??-2023 (??h30)	60
3.	Exame de Época Especial ($E = 0,6E1 + 0,4T4$)			100
	E1	Exame escrito	??-??-2023 (??h30)	60

8. BIBLIOGRAFIA

01. Gamboa. P.V., Apontamentos da unidade curricular - Estruturas Aeroespaciais II, ~390 acetatos, UBI, 2022.
02. T. Megson; "Aircraft Structures for Engineering Students"; 6th Edition; Butterworth-Heinemann; 2017.
03. Bruce K. Donaldson; "Analysis of Aircraft Structures: An Introduction"; McGraw-Hill; 1993.
04. David Peery; "Aircraft Structures, (2nd ed.)"; McGraw-Hill; 1982.
05. Sun, C.T.; "Mechanics of Aircraft Structures"; Wiley-Interscience; 1998.
06. Dowling, N.E.; "Mechanical Behavior of Materials: Engineering Methods for Deformation, Fracture and Fatigue – 2nd Edition"; Prentice Hall; New Jersey, USA; 1999.
07. Suresh, S.; "Fatigue of Materials – 2nd Edition"; Cambridge University Press; Cambridge, U.K.; 1998.
08. Baker, A., Stuart, D., Kelly, D. (Editors); "Composite Materials for Aircraft Structures – 2nd Edition"; AIAA Education Series; 2004.
09. Carlos A. G. Moura Branco; Mecânica dos Materiais (3^a ed.); Fund. Calouste Gulbenkian; 1998.