

Estruturas Aeroespaciais II – 10373

2020/2021

Trabalho de Estudo

Dimensionamento da caixa de torção de uma asa

1. OBJETIVO

Dimensionar a estrutura da caixa de torção de uma asa sujeita a restrições de resistência e de rigidez usando o método da idealização estrutural. Obter uma solução numérica (tensões e deslocamentos) da configuração obtida recorrendo a um programa comercial de análise estrutural pelo método dos elementos finitos. Comparar as duas soluções. Escrever um relatório.

2. DESCRIÇÃO

É necessário dimensionar a caixa de torção da asa de uma aeronave ligeira com uma massa máxima de decolagem de $m = 472,5$ kg e um fator de carga máximo de operação de $n = 4$.

A geometria aproximada e a definição dos parâmetros da caixa de torção da asa estão mostradas na Figura 1. A caixa de torção da asa tem uma largura c constante, uma altura h constante e uma envergadura b . O bordo de ataque tem secção elítica.

A estrutura da caixa de torção da asa é constituída por uma secção fechada de paredes finas bicelular. As cascas da caixa de torção têm uma espessura $t_c = n_c t$ e as almas das longarinas têm uma espessura $t_a = n_a t$. As áreas da secção das mesas das longarinas são $A_m = n_m b_m t$. Os parâmetros n_c , n_a e n_m , representam o número de camadas dos laminados da casca, almas e mesas, respetivamente, $t = 0,25$ mm é a espessura de cada camada e b_m é a largura das mesas. A raiz da asa encontra-se encastrada enquanto a sua ponta está livre. Podem ser usados dois materiais diferentes no fabrico da caixa de torção, fibra de carbono/epóxi (CFRP) e fibra de vidro/epóxi (GFRP), sendo ambos os materiais ortotrópicos e estando as suas propriedades indicadas na Tabela 1.

O carregamento a aplicar na asa é uma carga distribuída uniforme w_y vertical correspondente à sustentação máxima da asa, uma carga distribuída uniforme w_x horizontal correspondente à resistência aerodinâmica e com valor 10 vezes inferior a w_y , e um momento torsor distribuído uniforme $w_z = 250c^2$. Este sistema de cargas distribuídas está aplicado na longarina dianteira da caixa de torção no seu eixo de simetria horizontal.

Pretende-se o seguinte:

- Usando o método da idealização estrutural, determinar os valores de t_c , t_a e A_m que

minimizam a função $f = 0,6M/10 + 0,4C/1000$, onde M é a massa da asa e C é o preço do material da asa, tendo em conta os esforços aplicados na secção da raiz da asa, os dados das Tabelas 1 e 2, e garantindo que a deflexão máxima na ponta não excede $0,1b$ e que a torção máxima na ponta não excede 2° .

- Usando o método dos elementos finitos num programa comercial (ANSYS®), estimar as deflexões e o campo de tensões da estrutura obtida recorrendo a elementos sólidos lineares e a uma análise estática. Nesta análise não é necessário usar o módulo de compósitos; podem usar-se as propriedades equivalentes dos laminados.
- Comparar e comentar os resultados obtidos de forma crítica.
- Escrever um relatório.

3. RELATÓRIO

Cada grupo de 2 alunos (cada grupo usando dados diferentes da Tabela 2) deve apresentar os resultados das suas análises num relatório escrito, **com um máximo de 10 páginas**. Nele deverá explicar com o detalhe adequado todos os passos associados à resolução do problema (características dos laminados idealização estrutural, geometria, sistema de unidades adotado, condições de fronteira, carregamento, tipo de elementos, malha, etc.), bem como os resultados finais, onde deverá constar especificamente os valores de f , t_c , t_a e A_m , a flecha máxima, a torção da ponta e a variação do campo de tensões no componente, elaborando uma análise crítica dos mesmos onde deverão ser propostas alterações da estrutura para melhorar a eficiência estrutural.

A data limite para entrega do trabalho é **4 de junho de 2021**. O relatório deverá ser enviado via e-mail **em formato pdf**, para o endereço pgamboa@ubi.pt.

4. DADOS

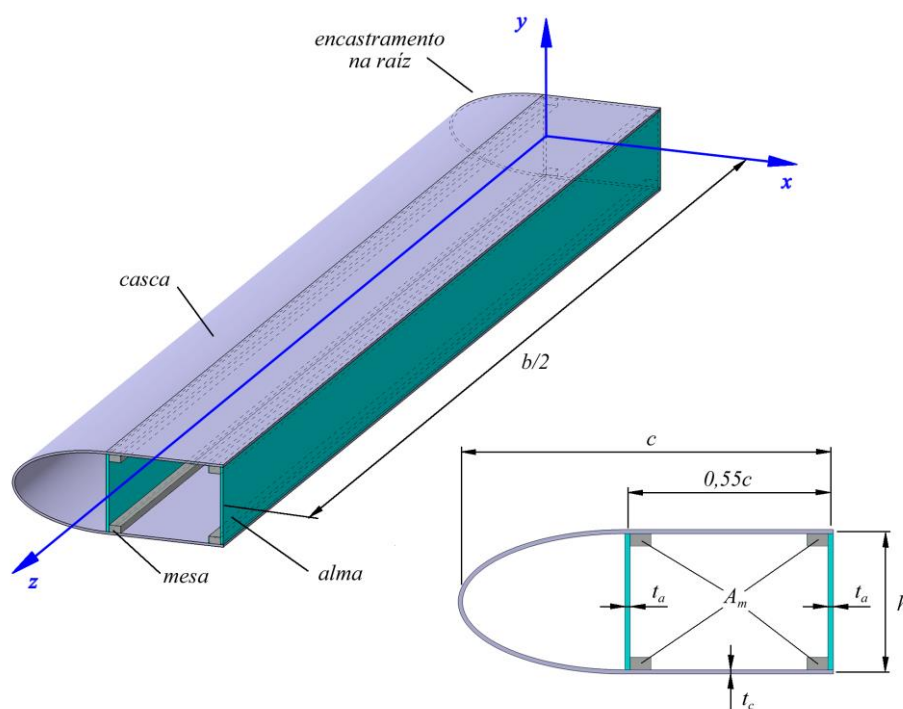


Figura 1 – Geometria da asa e parâmetros.

Tabela 1 – Propriedades dos materiais.

Propriedade	parâmetro	unidade	CFRP	GFRP
Massa volúmica	ρ	kg/m ³	1600	1900
Módulo elástico longitudinal	E_1	GPa	140	40
Módulo elástico transversal	E_2	GPa	10	8
Módulo de corte	G_{12}	GPa	5	4
Coefficiente de Poisson maior	ν_{12}	-	0,30	0,25
Resistência longitudinal à tração	X_t	MPa	1500	1000
Resistência longitudinal à compressão	X_c	MPa	1200	600
Resistência transversal à tração	Y_t	MPa	50	30
Resistência transversal à compressão	Y_c	MPa	250	110
Resistência ao corte	S	MPa	70	40
Preço	C_s	€/kg	90	45

Tabela 2 – Especificações da asa em função do número de grupo.

Grupo	b , m	c , m	h , m
$i = 1,30$	$5+5 \times (i-1)/29$	$0,5-0,15 \times (i-1)/29$	$[0,24+0,12 \times (i-1)/29] \times c$

Tabela 3 – Grupos.

Grupo	Aluno 1	Aluno 2
1	Ana Nogueira - 41457	Luís Diogo - 42437
2	Rodrigo Miguel Carvalho Filipe - 41106	Beatriz Varela Santos - 41863
3	Guilherme Quaresma - 41201	Beatriz Fernandes - 41591
4	Teresa Almeida - 41462	Ana Domingues - 42436
5	Clara Dias - 41430	Diogo Santos - 41458
6	João Cristóvão - 41136	Gonçalo Silva - 41198
7	Ricardo Marques - 41123	José Macedo - 42335
8	Miguel Martins - 41238	João Miranda - 41937
9	Carlos Gomes - 40718	Diogo Domingos - 41843
10	Sérgio Brito - 41731	Hugo Sousa - 41736
11	Pedro Gouveia - 41241	Adriana Raquel Pinto - 41794
12	Bruno Eusébio - 44315	Gonçalo Almeida - 44317
13	Felippe Ferreira da Silva - 40689	Marco Nóbrega - 41906
14	António Duarte - 41977	
15	Sérgio Simões - 37061	Raquel Coutinho - 41821
16	Paulo Luís - 42138	Marco Silva - 42375
17	Rita Pereira - 41137	Guilherme Pangas - 41176
18	Tiago Rodrigues - 41278	Afonso Fonseca - 41875
19	André Viana - 38593	Miguel Ascensão - 41886
20	Bruno Silva - 41256.	Samuel Martins - 41754
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		