

Estruturas Aeroespaciais II – 10373

2014/2015

Trabalho de Estudo Individual

Análise numérica de um compósito laminado recorrendo a um código FEM/FEA

1. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo três tarefas distintas:

1. Simular um ensaio à flexão (3 pontos) para o caso de um laminado de 10 camadas em carbono/epoxy (Fig. 1) com dois tipos de empilhamentos característicos:
 - 1.1. Com todas as camadas possuindo a mesma orientação (ver orientação na Tabela 2);
 - 1.2. Com diferentes orientações das várias camadas (ver Tabela 2);
2. Considerando o empilhamento unidirecional (tarefa 1.1), determinar o fator de concentração de tensões (K_t) assumindo, neste caso, a existência de um furo conforme ilustrado na Fig. 2.

2. DESCRIÇÃO

No que respeita ao material do componente, deverá assumir-se um comportamento linear-elástico, estando as suas propriedades indicadas na Tabela 1.

O carregamento a aplicar nas duas primeiras simulações (a considerar nos exercícios 1.1 e 1.2) será escolhido por cada aluno e deverá consistir numa carga distribuída numa linha ou numa área, respetivamente, aplicada ou centrada no plano de simetria longitudinal da placa.

Por sua vez, o valor do fator de concentração de tensões poderá ser obtido através do quociente entre a tensão máxima na zona crítica (secção transversal na raiz dos entalhes) e a tensão nominal remotamente aplicada nas extremidades do componente, admitindo que nesta zona se aplica uma carga unitária de tração.

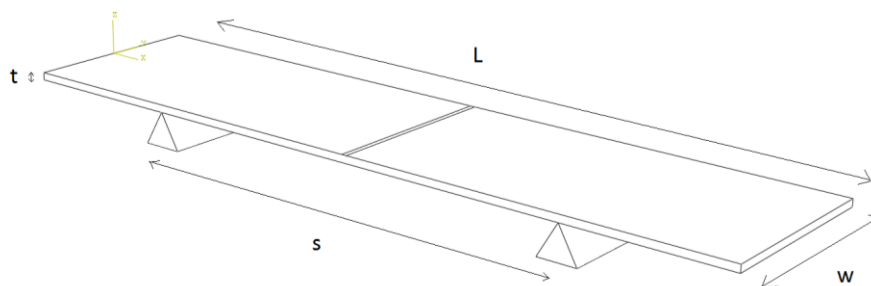
Ambas as alíneas deverão ser realizadas através de simulações computacionais recorrendo a um código comercial FEM/FEA, sugerindo-se, para o efeito, o software ANSYS® (no entanto, o aluno poderá recorrer a um outro código se assim o entender).

3. APRESENTAÇÃO

O aluno deverá apresentar os resultados das suas simulações computacionais num relatório escrito, **com um máximo de 10 páginas**, onde deverá explicar detalhadamente todos os passos associados à construção do modelo numérico (geometria, sistema de unidades adotado, condições de fronteira, carregamento, tipo de elementos, malha, etc.), bem como os resultados finais, onde deverá constar especificamente a variação da flecha máxima (caso da pergunta 1) e a variação do campo de tensões na zona crítica do componente (caso da pergunta 2), elaborando uma análise crítica dos mesmos.

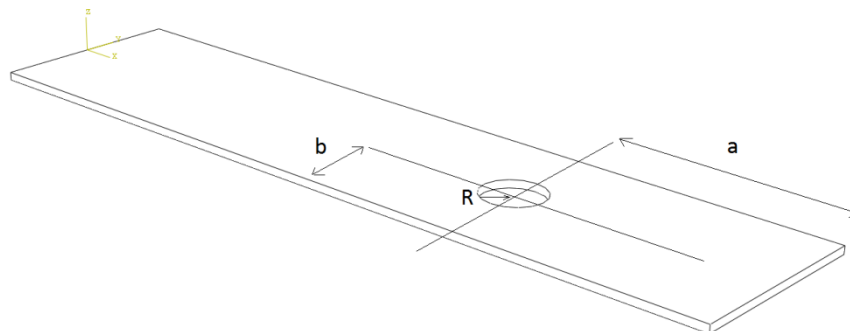
A data limite para entrega do trabalho é **29 de maio de 2015**. O relatório terá de ser enviado via e-mail **em formato pdf**, para **ambos** os seguintes endereços: pgamboa@ubi.pt e pffa@ubi.pt.

4. DADOS



$L = 156 \text{ mm}$, $w = 38 \text{ mm}$, $s = 90 \text{ mm}$ e $t = 1,5 \text{ mm}$

Fig. 1 – Geometria do laminado para ensaio de flexão.



$a = 50 \text{ mm}$, $b = 19 \text{ mm}$, $R = (\text{ver Tabela 2})$

Fig. 2 – Geometria do entalhe circular para efeitos da determinação de K_t (a geometria do laminado é a igual à Fig. 1)

Tabela 1 – Propriedades para lamina prepeg de fibra de carbono/epoxy (unidirecional) com 0.15mm de espessura.

Propriedades CFRP (unidirecional)			
Módulo de Young	E_{11}	E_{22}	E_{33}
GPa	124,8	8,4	8,4
Módulo ao Corte	G_{12}	G_{13}	G_{23}
GPa	4,2	4,2	3
Coef. de Poisson	ν_{12}	ν_{13}	ν_{23}
	0,303	0,303	0,403

Tabela 2 – Especificações do empilhamento a utilizar nas tarefas 1.1 e 1.2 e do diâmetro do entalhe a considerar na tarefa 2.0 em função do número de aluno.

Número Aluno	Exercício			Número Aluno	Exercício		
	1.1	1.2	2		1.1	1.2	2
19622	[0 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=8mm	30259	[0 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=8mm
21670	[0 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=8mm	30298	[0 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=8mm
24038	[0 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=8mm	30350	[0 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=8mm
25845	[0 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=16mm	30362	[0 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=16mm
26413	[0 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=16mm	30378	[0 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=16mm
26583	[0 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=16mm	30396	[0 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=16mm
26801	[0 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=8mm	30442	[0 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=8mm
26832	[0 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=8mm	30450	[0 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=8mm
27642	[0 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=8mm	30511	[0 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=8mm
28318	[0 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=16mm	30537	[0 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=16mm
28963	[0 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=16mm	30550	[0 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=16mm
29214	[0 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=16mm	30561	[0 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=16mm
29379	[90 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=8mm	30643	[90 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=8mm
29401	[90 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=8mm	30658	[90 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=8mm
29658	[90 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=8mm	30699	[90 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=8mm
29980	[90 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=16mm	30738	[90 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=16mm
29995	[90 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=16mm	30762	[90 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=16mm
29997	[90 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=16mm	30887	[90 ₁₀]	[90 ₂ /45 ₂ /0]s	R=16mm
30026	[90 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=8mm	30890	[90 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=8mm
30029	[90 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=8mm	30980	[90 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=8mm
30050	[90 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=8mm	31098	[90 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=8mm
30138	[90 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=16mm	31145	[90 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=16mm
30165	[90 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=16mm	31396	[90 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=16mm
30256	[90 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=16mm	31582	[90 ₁₀]	[0 ₂ /±45/90]s	R=16mm

NOTA: Assume-se que a direção 1 está alinhada com o comprimento do laminado.