

Nome: Alessandro Melo de Oliveira
Nº USP: 10788662

Exercício 6 - SMA0336

Este exercício pede a estimativa do peso constante V e do momento M do eixo de um VANT, utilizando dois métodos, o método aproximado e o método de Stender. Com os eixos analisados e dados pelas figuras 1 e 2.

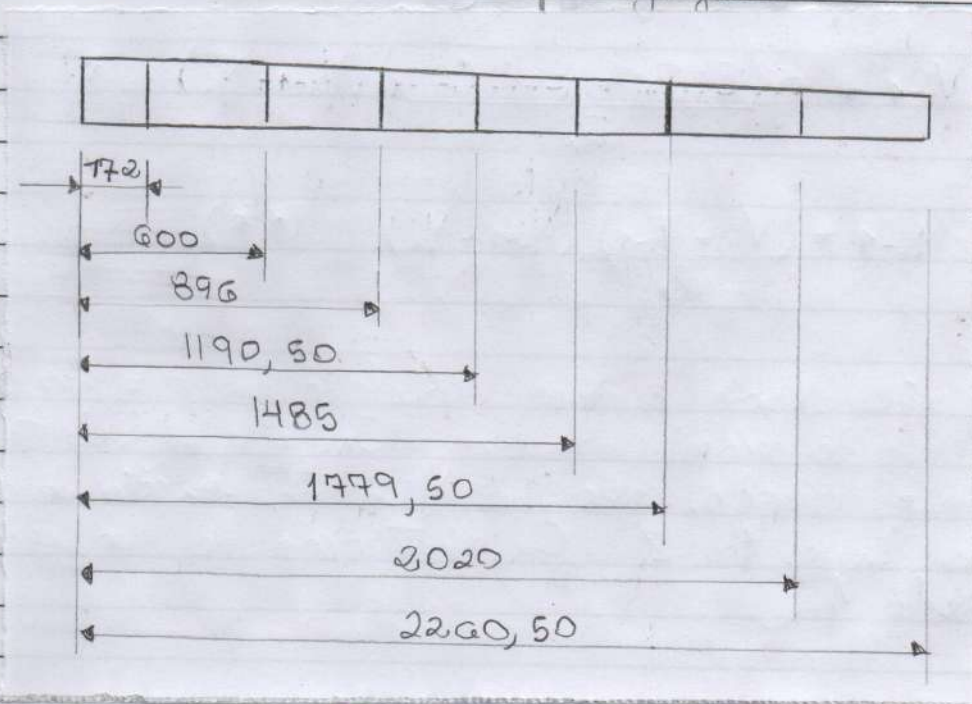


Figura 1

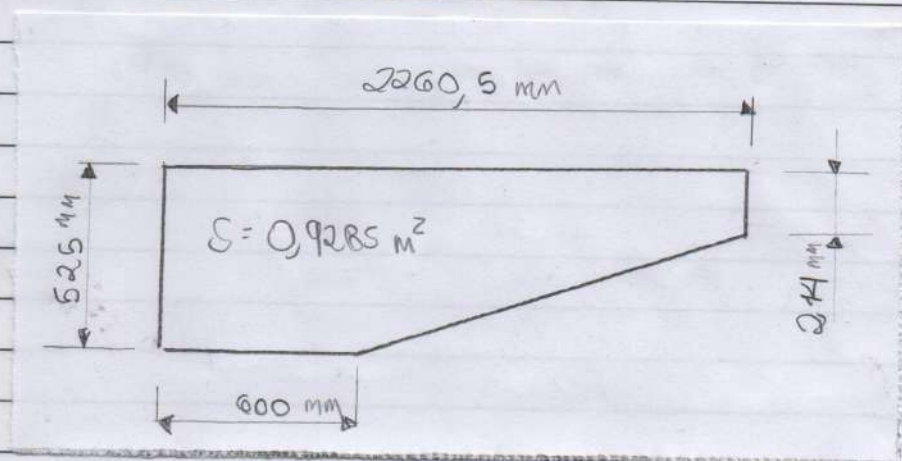


Figura 2

A condição de voo na qual se dá a análise é o ponto 2 do diagrama $V-\eta$, correspondendo a uma condição + AAA. Nesta condição, o fator de carga analisado é de $\eta = 4,3746$ e uma velocidade $V = 29,5 \text{ m/s}$.

→ Método Aproximado

Para o método aproximado, calcula-se a constante V e o momento M utilizando as seguintes fórmulas:

$$V_i = V_{i-1} + \frac{g(C_i C_{ni} + C_{i-1} \cdot C_{ni-1})(V_{i-1} - V_i)}{2} \quad (*)$$

$$M_i = M_{i-1} + \frac{(V_i + V_{i-1})(V_{i-1} - V_i)}{2} \quad (**)$$

Onde g é a pressão dinâmica, calculado como $g = 533,02 \text{ kg/m}^2$; C_i é o cordo do recuo analisado; C_{ni} é o coeficiente aerodinâmico normal a corda, e V_i é a posição do cordo, conforme figuras 1 e 2. A discretização do asa é dada pelo Tabela 1.

Tabela 1: Discretização da asa fornecida

	$Y_i \text{ [m]}$	Comprimento da corda $C_i \text{ [m]}$
Estação nº		
0	2.2605	0.21400
1	2.0200	0.25904
2	1.7795	0.30409
3	1.4850	0.35925
4	1.1905	0.41440
5	0.8960	0.46956
6	0.6000	0.52500
7	0.1720	0.52500
8	0.0000	0.52500

Por o C_{ni} , fazemos uma aproximação, conforme seguido nos aulas, onde $C_{ni} \approx C_{li}$, e C_{li} é definido como

$$C_{li} = \frac{L}{S} = \frac{(nW)}{S} = \frac{4,3746 \cdot 224,86}{0,92855 \cdot 933,02} = 1,9874$$

Com todos os valores necessários, foi calculada a constante V e posteriormente o momento M em todo numero, seguindo as expressões (*) e (**), obtendo a tabela 2. Válido comentar que se assume $C_{ni} = V = M = 0$ na ponta da asa.

Tabela 2: Resultados obtidos com o método aproximado

Estação n°	Y_i [m]	Comprimento da corda C_i [m]	Coefficiente de Força C_{ni}	Força de Corte V_i [N]	Momento de Flexão [N.m]
0	2.2605	0.21400	0.000000	0.000000	0.000000
1	2.0200	0.25904	1.987258	32.995622	3.967724
2	1.7795	0.30409	1.987258	104.725181	20.528650
3	1.4850	0.35925	1.987258	208.190762	66.605523
4	1.1905	0.41440	1.987258	328.862132	145.686561
5	0.8960	0.46956	1.987258	466.739290	262.838871
6	0.6000	0.52500	1.987258	622.657598	424.069610
7	0.1720	0.52500	1.987258	860.674327	741.502642
8	0.0000	0.52500	1.987258	956.325910	897.764663

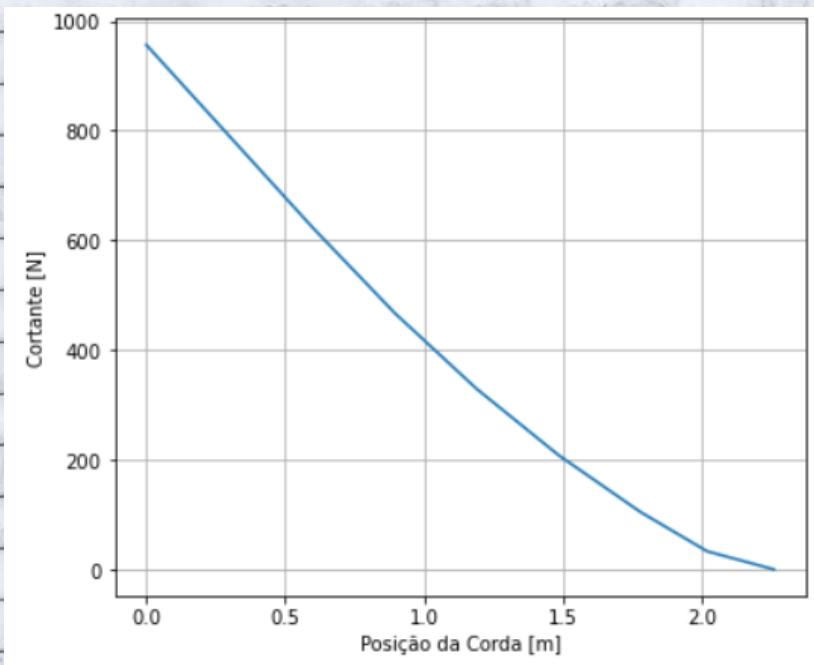


Figura 3: Valores de cortante em cada seção analisada

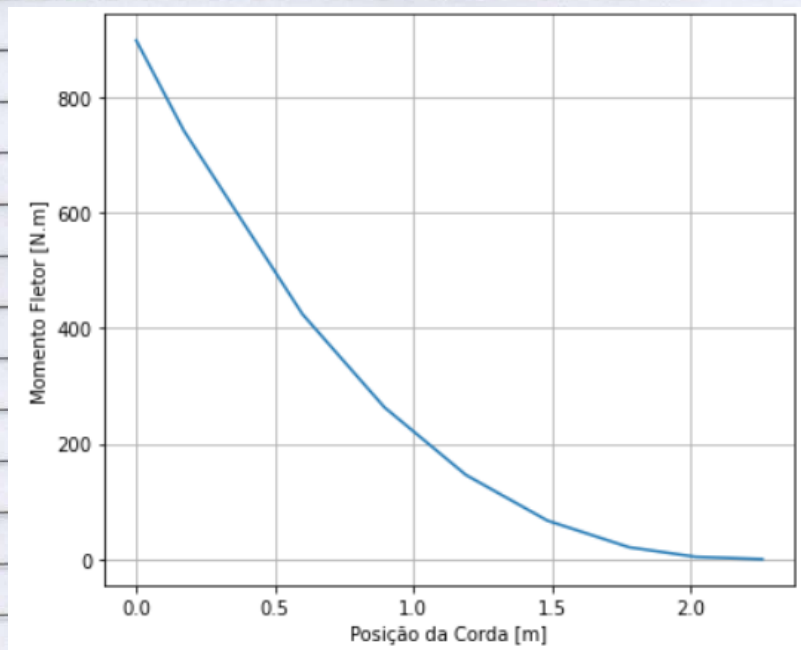


Figura 4: Valores de momento fletor em cada seção analisada

→ Método de Stender

Para o método de Stender, é necessário saber a equação que descreve a corda do caso analisado. Pelo figure 2, é possível constatar que a corda C_g é dada por

$$C_g = \begin{cases} 0,525, & \text{para } 0 \leq y \leq 0,6 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0,6373 - 0,1872y, & \text{para } 0,6 < y \leq 2,2605 \end{cases}$$

Para o cálculo do elipse imaginário C_e , dada pela expressão (***) , temos que o parâmetro A é igual ao eixo maior, ou seja, $A = 2,2605$, enquanto que B pode ser obtido pela expressão do eixo, uma vez que a área do elipse deve ser a mesma que a área do caso normal.

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1 \quad (***)$$

$$B = \frac{S}{\pi A} = \frac{0,9265}{\pi \cdot 2,2605} = 0,1307$$

2º) Dado os parâmetros A e B , a expressão do elipse C_e é dada como

$$C_e = 4 \sqrt{\frac{A^2 B^2 - x^2 B^2}{A^2}} = 0,5230 - \sqrt{1 - 0,1957 x^2}$$

Encontrado C_g e C_e , a corda de Stender C_s é dada como

$$C_s = \sqrt{C_e \cdot C_g}$$

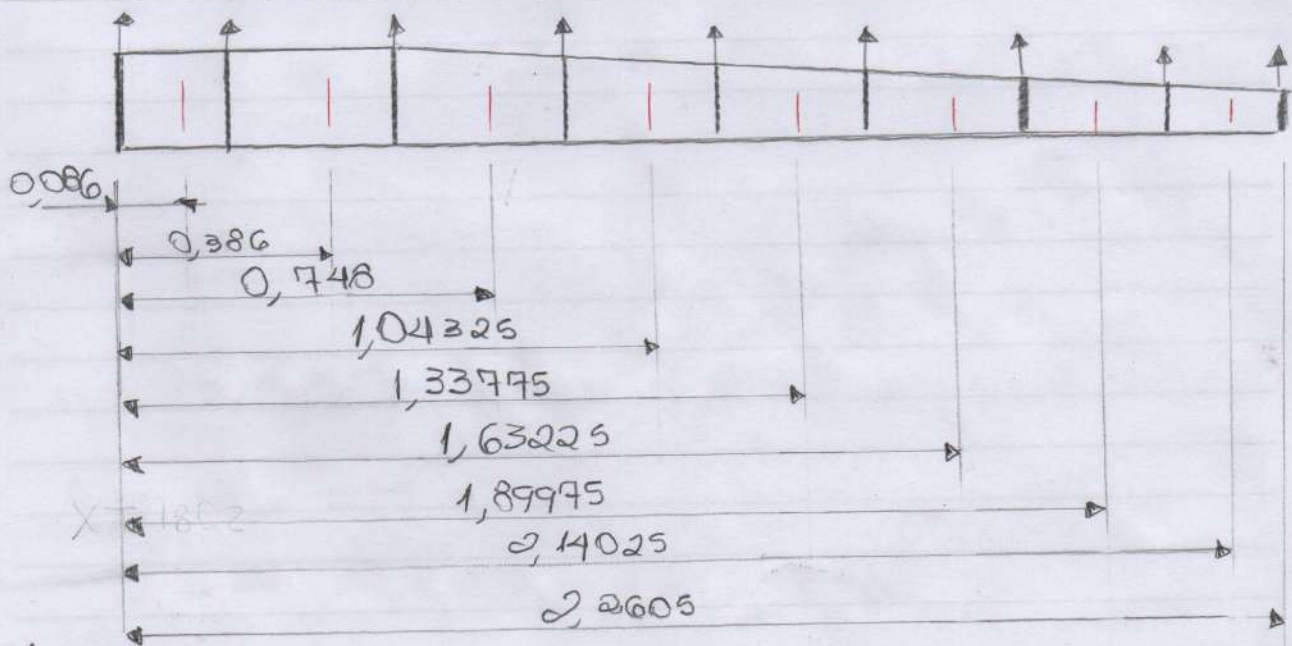
As expressões dos cordões C_g , C_e e C_s são dadas no figura abaixo.

De posse do cordão C_s , é possível calcular a sustentação L_i num intervalo $a-b$ como:

$$\Delta s_i = \int_a^b C_s dx$$

$$L_i = \frac{\Delta s_i}{S} \cdot L = \frac{\Delta s_i}{S} \cdot \eta \cdot W = \Delta s_i \cdot 0,5936$$

A discretização do cordão, utilizado para calcular Δs_i , é mostrado no figura abaixo.



O tabelo abaixo mostra os resultados obtidos de ΔS_i e L_i para cada uma das nervuras:

Tabela 3: Resultados do método de Stender

	ΔS_i	L_i [N]
0	0.045033	47.702024
1	0.156692	165.978079
2	0.185505	196.499040
3	0.140203	148.512002
4	0.126287	133.771565
5	0.110744	117.306707
6	0.084474	89.480031
7	0.058840	62.327265
8	0.018934	20.055803

O gráfico mostrando a distribuição de sustentação e dots abaixo, comparando com os valores fornecidos nas notas de aula. É possível notar uma leve discrepância, uma vez que não é possível reproduzir com exatidão o cálculo feito nas notas de aula, já que não se sabe a distribuição das interpolação a-b do integral de ΔS_i .

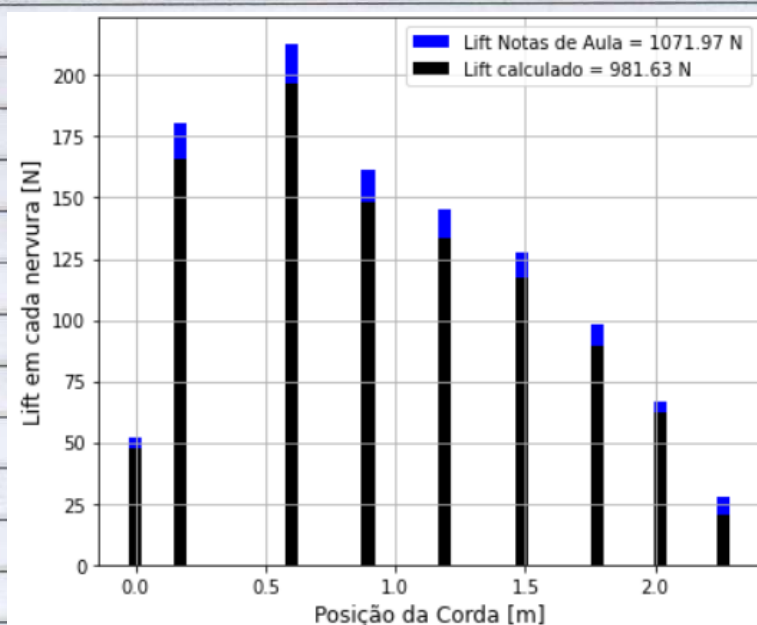


Figura 5: Comparação dos resultados obtidos com os resultados das notas de aula