

LISTA DE EXERCÍCIOS - SAA0336

ALESSANDRO MELO DE OLIVEIRA - 10788662

Neste pdf se encontram todos os exercícios pedidos. Os códigos, tabelas e outras figuras utilizadas em cada exercício podem ser encontrados no repositório do [GitHub](#). Clique no nome de cada exercício abaixo para poder ir para a página correspondente.

[Exercício 1](#)

[Exercício 2](#)

[Exercício 3](#)

[Exercício 4](#)

[Exercício 5](#)

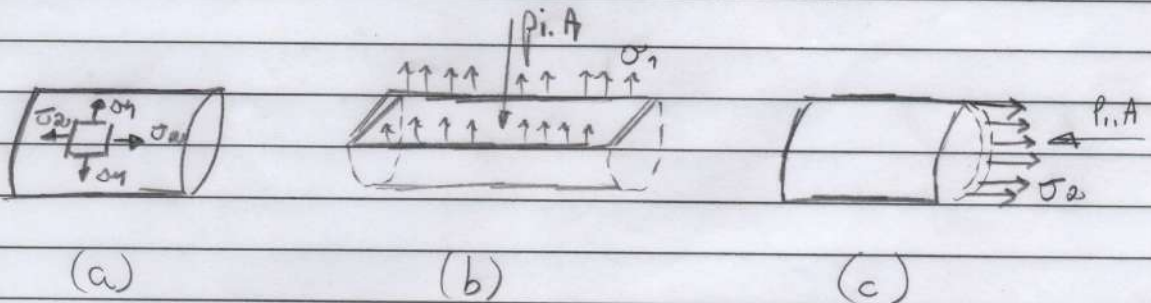
[Exercício 6](#)

Nome: Alexandre Melo de Oliveira
Nº USP: 10788662

Exercício 1 - SMA033G

Calcule de forma aproximada as tensões principais que atuam num painel de revestimento de fuselagem (com espessura de 1 mm) devido somente à pressurização, considerando que a fuselagem em voo possui raio igual a 1,7 m, e está sob uma variação de pressão máxima de $11,3 \cdot 10^{-2}$ MPa (16,4 psi).

Podemos utilizar a teoria de Mohr de pressões para resolver o problema:



Para σ_1 , temos: $\sigma_1 \cdot (2Lt) = p_i \cdot A = p_i \cdot 2\pi L \Rightarrow \sigma_1 = \frac{p_i \cdot R}{t}$

Para σ_2 , temos: $2\pi R t \sigma_2 = \pi R^2 p_i \Rightarrow \sigma_2 = \frac{p_i \cdot R}{2t}$

Aplicando os valores, temos:

$$\sigma_1 = \frac{11,3 \cdot 10^{-2} \cdot 10^6 \cdot 1,7}{10^{-3}} \Rightarrow \sigma_1 = 192,1 \text{ MPa} //$$

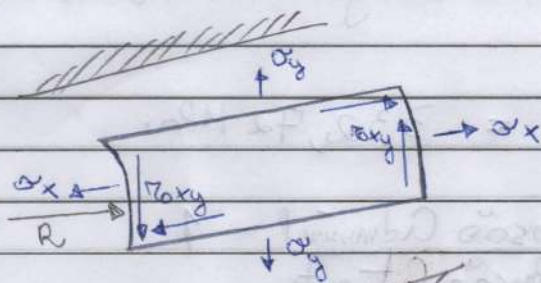
$$\sigma_2 = \frac{11,3 \cdot 10^{-2} \cdot 10^6 \cdot 1,7}{2 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \sigma_2 = 96,05 \text{ MPa} //$$

Nome: Cleomando Melo de Oliveira

Nº USP: 10788 GG 2

Exercício 2 - SMA0336

Um lado pararel de revestimento do extrados do fuselagem (espessura de 1mm) sofre a ação de uma estado de tensão, conforme figura abaixo, causado exclusivamente por uma condição de rajada axendente. Considerando que a fuselagem em voo com raio de 17m possui uma noção de pressão de $11,3 \cdot 10^{-2}$ MPa (16,4 psi), o pararel certifica o referido pararel sob tração? Por quê? (Dados: $F + v = 400$ MPa).



$$\{\sigma_x \quad \sigma_y \quad \tau_{xy}\} = \{280 \quad -100 \quad 25\} \text{ MPa}$$

→ Propriedades

Conforme demonstrado no exercício 1, podemos calcular as tensões σ_1 (circunferencial) e σ_2 (longitudinal) com as seguintes relações:

$$\sigma_1 = \frac{p \cdot r}{t} = \frac{11,3 \cdot 10^{-2} \cdot 10^6 \cdot 17}{10^{-3}} \Rightarrow \sigma_1 = 192,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{p \cdot r}{2t} = \frac{11,3 \cdot 10^{-2} \cdot 10^6 \cdot 17}{2 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \sigma_2 = 96,05 \text{ MPa}$$

Utilizando o critério de Von Mises para calcular a tensão equivalente:

$$\sigma_{equivalente} = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$$

$$\sigma_{eqi} = \sqrt{\frac{1}{2}[(192,1 - 96,05)^2 + 96,05^2 + (-192,1)^2]}$$

$$\sigma_{eqi} = \sqrt{27676,60} \Rightarrow \sigma_{eqi} = 166,36 \text{ MPa}$$

Por pressão, considere-se um fator de segurança de 2x, logo:

$$\sigma_{ultimato} = 166,36 \cdot 2 = 332,72 \text{ MPa}$$

$$Margem de (MS) = \frac{\text{Tensão Admissível}}{\text{Tensão Atuante}} - 1$$

$$MS = \frac{400 \text{ MPa}}{332,72 \text{ MPa}} - 1 \Rightarrow MS = 0,2022$$

→ Rápido

Neste caso, podemos utilizar as tensões principais e encontrar a tensão circunferencial e radial:

Usando o Círculo de Mohr:

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{260 - 100}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{260 + 100}{2}\right)^2 + 25^2} = 90 \pm 191,63$$

$$\sigma_1 = 281,63 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = -101,63 \text{ MPa}$$

Usando o critério de Von Mises:

$$\sigma_{\text{equi}} = \sqrt{\frac{1}{2} \left[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \right]}$$

$$\sigma_{\text{equi}} = \sqrt{\frac{1}{2} \left[(281,63 + 101,63)^2 + (-101,63)^2 + (-281,63)^2 \right]}$$

$$\sigma_{\text{equi}} = \sqrt{118266,17} \Rightarrow \sigma_{\text{equi}} = 343,89 \text{ MPa}$$

Para rápido, assume-se um fator de segurança de 1,5, logo:

$$\sigma_{\text{ultimato}} = 343,89 \cdot 1,5 = 515,84 \text{ MPa}$$

$$MS = \frac{400 \text{ MPa}}{515,84 \text{ MPa}} - 1 \Rightarrow MS = -0,2245$$

A comparação da margem de segurança de flexão e rápido é dada por:

$$MS = \frac{\text{Tensão Admissível}}{\text{Tensão flexão} + \text{Tensão rápido}} - 1$$

$$MS = \frac{400 \text{ MPa}}{(332,72 + 515,84) \text{ MPa}} - 1 \Rightarrow MS = -0,5286$$

Nome: Cleonandro Melo de Oliveira

D L M M J V S

Nº USP: 10788662

Exercício 3 - SMA0336

Construa um diagrama peso x posição do CG considerando os conhecimentos da Tabela 1.

Este exercício pede a determinação do diagrama peso x posição CG de uma aeronave. Como a relação entre os dois é interdependente, é possível analisar a relação entre ambos a partir de um gráfico onde é mostrado a variação longitudinal do CG (a variação vertical é muito pequena) em relação ao peso total da aeronave em diferentes condições.

Para a construção do gráfico, consideramos diferentes condições de voo que afetam o peso da aeronave. Em geral, os pesos se dividem em dois grandes grupos: peso vazio (fuselagem, motores etc), e carga útil (passageiros, bagagens, combustível, etc).

Para o cálculo do C.G em qualquer condição, se utiliza a relação normal para o cálculo de Centro de Massa:

$$X_{CG} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i X_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

① procedimento para a construção do diagrama é:

1) Determinar o peso mínimo de operação levando em conta fatores como o peso vazio, combustível mínimo e o piloto. Calcular o C.G nessa condição.

2) Determinar as posições da CG quando da adição de novos componentes, somando com o peso máximo do item 1). Neste caso, para se obter uma continuidade do diagrama, se começa adicionando os fôtons começando com o item mais à frente do aerossol, e em seguida adicionando o peso do próximo item mais perto. Somando todos os componentes relevantes para uma condição, calcula-se o C.G. nessa condição.

3) Para a parte posterior do diagrama, se adiciona itens mais a ré do aerossol, seguindo pela adição de itens mais próximos à frente, até que o peso total fique igual ao peso máximo. Somando-se todos os componentes relevantes para uma condição, calcula-se o C.G. nesta condição, semelhante ao item 2).

Seguindo o roteiro com a tabela formada no exercício (Tabela 1), tem-se o seguinte diagrama:

Diagrama: Peso x Posição C.G.

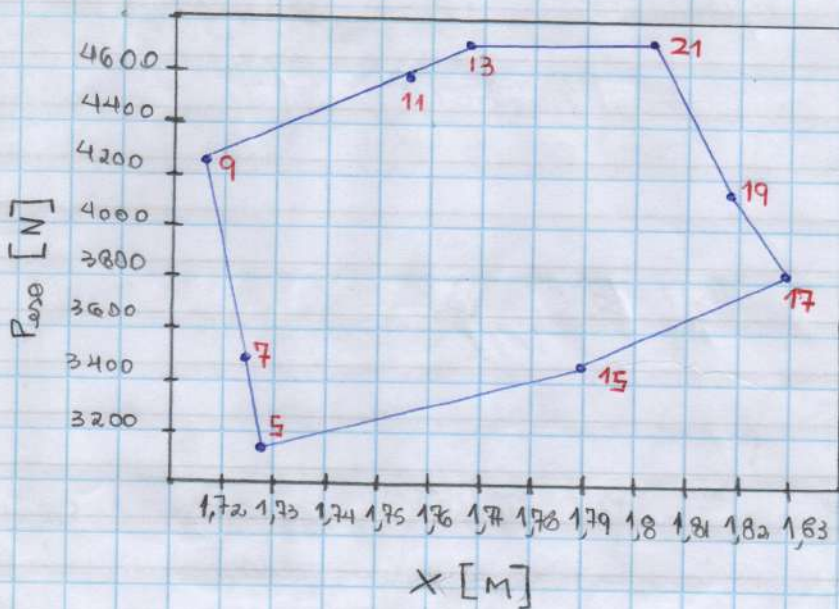


Figura 1: Diagrama peso x posição CG

Objetivo de se ter um melhor dimensionamento da posição do C.G. e possível calcular ainda sua porcentagem em relação a corda média do avião, conforme método no último capítulo da Tabela 1, onde foi performed o seguinte cálculo:

$$\%CAM = \frac{X - 1,502}{1,295}$$

onde $X_{com} = 1,502 \text{ m}$ e $CAM = 1,295 \text{ m}$.

Tabela 1: condições de carregamento com respectiva posição do CG

Nº	Descrição do peso	W (N)	x (m)	W.x (N.m)	Posição do CG	
					x (m)	% CMA
1	Peso Vazio	2514,100	1,708	4294,083		
2	Combustível mínimo (25,9 L)	166,900	2,413	402,730		
3	Óleo (3,8 L)	35,600	0,589	20,968		
4	Piloto (leve)	445,000	1,683	748,935		
5	Peso mínimo de operação	3161,600		5466,716	1,729	17,5
6	Co-piloto	311,500	1,683	524,255		
7	Peso Parcial (5 + 6)	3473,100		5990,970	1,725	17,2
8	Passageiro	756,500	1,683	1273,190		
9	Peso parcial (7 + 8)	4229,600		7264,160	1,717	16,6
10	Bagagem	356,000	2,210	786,760		
11	Peso Parcial (9 + 10)	4585,600		8050,920	1,756	19,6
12	Combustível (12,3 L)	86,800	2,413	209,448		
13	Peso Total	4672,400		8260,368	1,768	20,5
14	Combustível	313,700	2,413	756,958		
15	Peso Parcial (5 + 14)	3475,300		6223,674	1,791	22,3
16	Bagagem	356,000	2,210	786,760		
17	Peso Parcial (15+16)	3831,300		7010,434	1,830	25,3
18	Co-Piloto	311,500	1,683	524,255		
19	Peso Parcial (17 + 18)	4142,800		7534,689	1,819	24,5
20	Passageiro	529,600	1,683	891,317		
21	Peso Total	4672,400		8426,005	1,803	23,3

Nome: Alexandre Melo de Oliveira

D S T Q Q S
D L M M J V S

Nº USP: 10788662

Exercício 4 - SMA0336

Determinar os fatores de carga, de um avião voando em círculo horizontal, com ângulo de rolamento de 60° . Desprezar os efeitos do carga no empennagem.

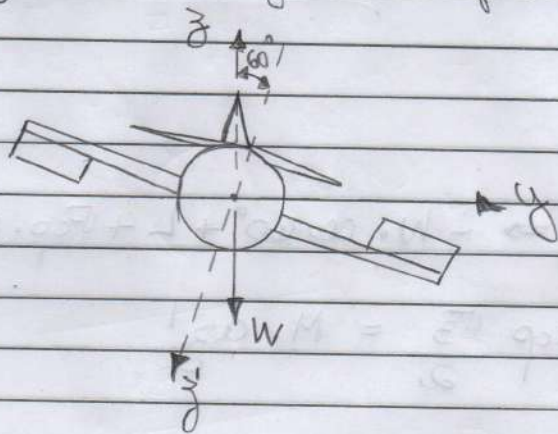


Figura 1

Há 3 forças atuando no avião em voo em círculo:

- Peso (W)
- Sustentação (L)
- Força Centrípeta (F_{cp})

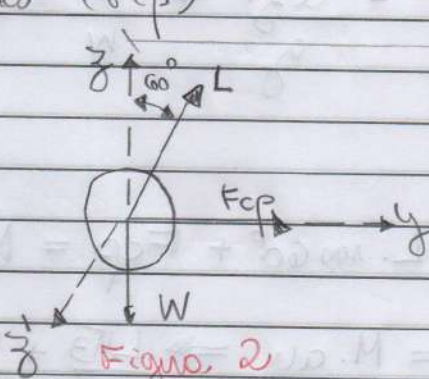


Figura 2

Centro do círculo

Podemos encontrar n_z , n_z' e n_y

separando as forças em cada eixo

e usando a definição de fator de carga

$$n = \frac{\sum F_{extenas}}{W}$$

→ Eixo z (voo nublado)

$$\Rightarrow \sum F_z = 0 \Rightarrow L \cdot \sin 30^\circ = W \Rightarrow \frac{L}{W} = 1$$

Do definição de $\eta \Rightarrow \eta_z = \frac{L \sin 30^\circ}{W} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 30^\circ} \Rightarrow \eta_z = 1$

→ Eixo z'

$$\Rightarrow \sum F_{z'} = M \cdot a_{z'} \Rightarrow -W \cdot \cos 60^\circ + L + F_{cp} \cdot \cos 30^\circ = M \cdot a_{z'}$$

$$\frac{-W}{2} + L + M \cdot a_{cp} \frac{\sqrt{3}}{2} = M \cdot a_{z'}$$

Como $a_{cp} = V^2/R$:

$$\frac{-W}{2} + L + \frac{W \cdot V^2}{Rg} \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{W}{g} a_{z'}$$

$$\frac{-1}{2} + \frac{L}{W} + \frac{\sqrt{3}V^2}{2Rg} = \frac{a_{z'}}{g} \Rightarrow \frac{L}{W} = \frac{a_{z'}}{g} + \frac{1 - \sqrt{3}V^2}{2Rg} \quad (I)$$

→ Eixo y

$$\sum F_y = M \cdot a_y \Rightarrow L \cdot \sin 60^\circ + F_{cp} = M \cdot a_y \quad (II)$$

$$\frac{L \cdot \sqrt{3}}{2} + M \cdot a_{cp} = M \cdot a_y \Rightarrow \frac{L \sqrt{3}}{2} + \frac{W \cdot V^2}{gR} = \frac{W \cdot a_y}{g}$$

$$\frac{\sqrt{3}L}{2W} + \frac{V^2}{Rg} = \frac{a_y}{g} \Rightarrow \frac{L}{W} = \frac{2}{\sqrt{3}} \left(\frac{a_y}{g} - \frac{V^2}{R} \right)$$

Isolando a_y temos:

$$a_y = \left(\frac{2W\sqrt{3}}{2W} + \frac{V^2}{gR} \right) \cdot g \Rightarrow a_y = g\sqrt{3} + \frac{V^2}{R} \quad (\text{III})$$

Do. figura 2, temos que a relação entre a_y e $a_{z'}$ é:

$$a_{z'} = a_y \cdot \cos 30^\circ \Rightarrow a_{z'} = \left(g\sqrt{3} + \frac{V^2}{R} \right) \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \quad (\text{IV})$$

Unindo (IV) em (I):

$$n_z = \frac{L}{W} = \left(\frac{3g}{2} + \frac{\sqrt{3}V^2}{2R} \right) + \frac{1}{2} - \frac{3V^2}{2Rg} \Rightarrow n_z = \frac{3+1}{2} = 2$$

$$n_{z'} = 2$$

Como $a_y = \frac{a_{z'}}{\cos 30^\circ} \Rightarrow a_y = \left(g\sqrt{3} + \frac{V^2}{R} \right)$

Voltando para (II):

$$n_y = \frac{L \cos 60^\circ + F_{cp}}{W} = \frac{M \cdot a_y}{W}$$

$$n_y = \frac{a_y}{g} \Rightarrow n_y = \sqrt{3} + \frac{V^2}{Rg}$$

$$\therefore n_z = 1 \quad n_{z'} = 2 \quad n_y = \sqrt{3} + V^2/Rg$$

Como teríamos assumido $a_{cp} = \sqrt{3}$, teríamos um valor de n_y igual ao resíduo no material fornecido, com $n_y = \sqrt{3}$.

Nome: Alexandre Melo de Oliveira.

Nº USP: 10788662

Exercício 5 - SMA0336

Este exercício pede a construção de um diagrama V-n, tanto para as condições de manobra, como de cruzeiro, e o diagrama final.

⊙ Diagrama de manobras

Para a construção do diagrama de manobras, devemos nos atentar a quatro pontos principais:

1 - Ponto de máxima velocidade. Neste caso, tal ponto corresponde a velocidade de mergulho da aeronave, indicando a maior velocidade suportada pela estrutura. Trata-se de um valor dado pela FAR e no caso deste exercício, a velocidade de mergulho é de 400 milh.

2 - Ponto de velocidade de stoll positivo. Neste caso, corresponde a velocidade máxima que a aeronave pode atingir até estolar com um ângulo de ataque positivo. Seu valor pode ser obtido através do fator de carga máximo que a FAR permite. No caso deste exercício, o fator de carga máximo é $+6$.

3 - Análogo ao caso da velocidade de stoll positivo, porém agora considerando uma velocidade máxima até estolar com ângulo de ataque negativo. Seu valor dado pela FAR é de -3 .

4 - As linhas que delimitam superiormente e inferiormente o diagrama são definidas como as regiões de máximo

o mínimo fator de carga entre as velocidades de stall (positivo e negativo) e a velocidade de mergulho.

Para a obtenção das velocidades de stall dos itens 2 e 3, consideramos o fator de carga admitido com o somatório de forças normal ao arado, ou seja, o coeficiente C_{ZL} , cujos valores são fornecidos no enunciado da exercício a partir de dados experimentais. Com isso, a relação entre o fator de carga e a velocidade é dada como:

$$\eta = \frac{C_{ZL} \cdot \rho S V^2}{2W}$$

Para stall positivo $\Rightarrow \eta_s^+ = \frac{2,07 \cdot 0,00256 \cdot 276 \left(\frac{V}{0,6816}\right)^2}{2 \cdot 8000}$

$\Rightarrow \eta_s^+ = 0,000196 V^2$. Para $\eta = 6 \Rightarrow V_s^+ = 174,64 \text{ milh}$

Para stall negativo $\Rightarrow \eta_s^- = \frac{-1,2 \cdot 0,00256 \cdot 276 \left(\frac{V}{0,6816}\right)^2}{2 \cdot 8000}$

$\Rightarrow \eta_s^- = -0,000114 V^2$. Para $\eta = -3 \Rightarrow V_s^- = 162,19 \text{ milh}$

Como é possível notar, a correlação entre o fator de carga e a velocidade é quadrática, resultando em duas parábolas. Com os valores das velocidades de stall, mergulho, o fator de carga mínimo e máximo, além dos curvas de velocidade de stall, podemos traçar o diagrama V-n para manobras.

Diagrama V-n para manobras

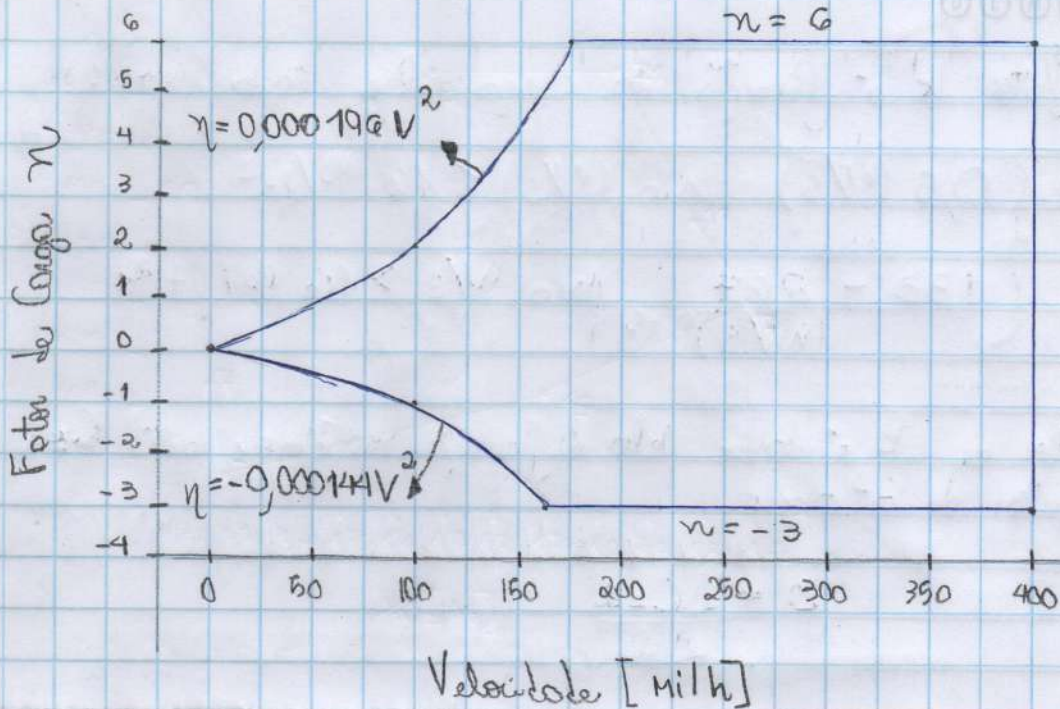


Figura 1: Diagrama V-n para manobras

Diagrama para rajadas

Para a elaboração do diagrama de rajadas, calculamos apenas o incremento Δn do fator de carga segundo a relação abaixo:

$$\Delta n = \frac{0,1 \cdot \beta \cdot K \cdot V}{W/S}$$

onde V é dado em milh e K em ft/s, além de ser um valor dado pelo FAR, segundo a tabela abaixo:

Velocidade em V_{00} [milh]	K [ft/s]
$V_0^+ = V_0^-$	$\pm 40k'$
$V_1^- = V_0^-$	$\pm 30k'$
V_d	$\pm 15k'$

O fator k' e função do cargo alar, dada como:

$$k' = \begin{cases} 0,5 \text{ (W/s)} & \text{para } (W/s) \leq 16 \text{ lb/ft}^2 \\ 1,33 - \frac{267}{(W/s)^{0,75}} & \text{para } W/s > 16 \text{ lb/ft}^2 \end{cases}$$

O valor de β é dado pela diferença máxima entre C_{zL} e o ângulo de ataque.

$$\beta = \frac{\Delta C_{zL}}{\Delta \alpha}$$

Para os dados do exercício, temos: $k' = 1,116$ e $\beta = 0,076$.

Além disso, para o diagrama de vórtices, é útil ter a curva para a velocidade de cruzeiro V_c , dada pelo FAR como:

$$V_c = \frac{V_D}{1,4} = \frac{400}{1,4} \Rightarrow V_c = 285,71 \text{ mi/h}$$

Calculando os curvos para cada condição, temos:

$$\Delta n_{\text{cruzeiro}} = \frac{0,1 \cdot 0,076 \cdot (30 \cdot 1,116)}{28,98} \cdot V = 0,00878 V$$

$$\Delta n_{\text{manobras}} = \frac{0,1 \cdot 0,076 \cdot (15 \cdot 1,116)}{28,98} \cdot V = 0,00439 V$$

$$\Delta n_{\text{stall positivo}} = \frac{0,1 \cdot 0,076 \cdot (40 \cdot 1,116)}{28,98} \cdot V = 0,0117 V$$

$$\Delta n_{\text{stall negativo}} = \frac{0,1 \cdot 0,076 \cdot (40 \cdot 1,116)}{28,98} \cdot V = 0,0117 V$$

Com os dados de Δn para cada velocidade, podemos traçar o diagrama de rojados. Neste exercício, assumimos que para $L > 0$, o fator de carga começa em $+1(1 + \Delta n)$, enquanto que para $L < 0$, o fator de carga começa em 0.

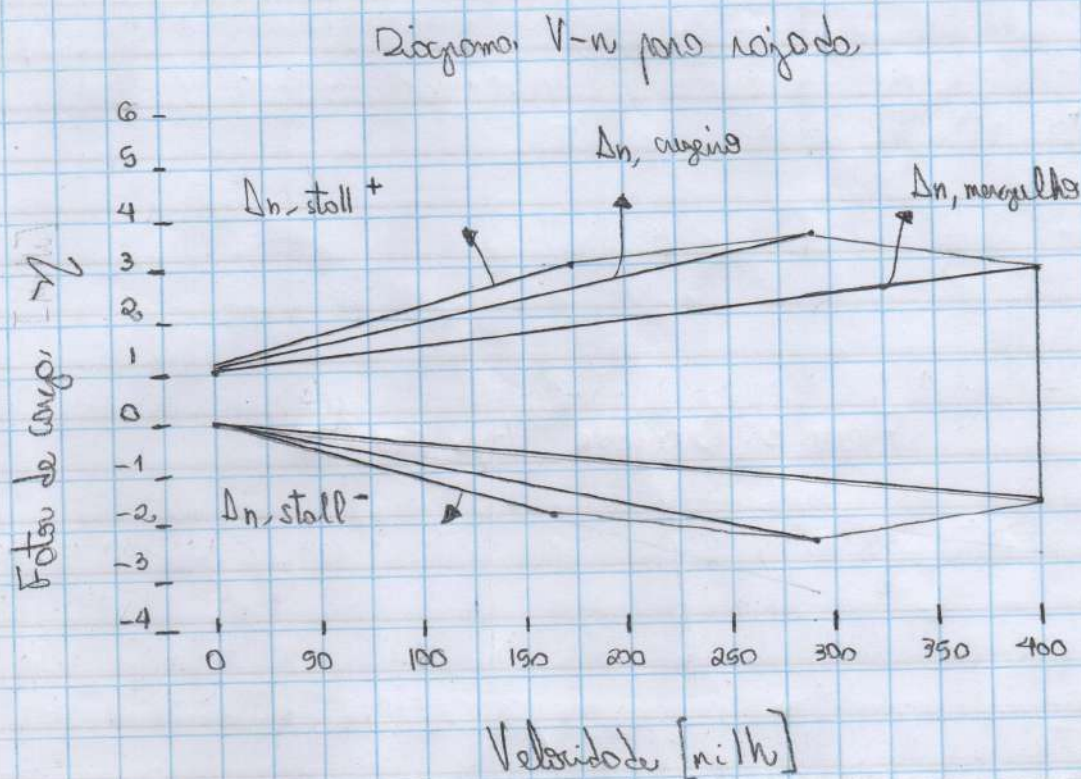


Figura 2: Diagrama V-n para rojados.

Por fim, a união de dois diagramas, de manobra e rojados, fornece o diagrama V-n completo. Pelo orden de grandezas, podemos notar que o diagrama de rojados se encontra dentro do diagrama de manobras.

Logo, o diagrama V-n final é dada pela própria diagrama de manobras.

Diagrama V-n completo

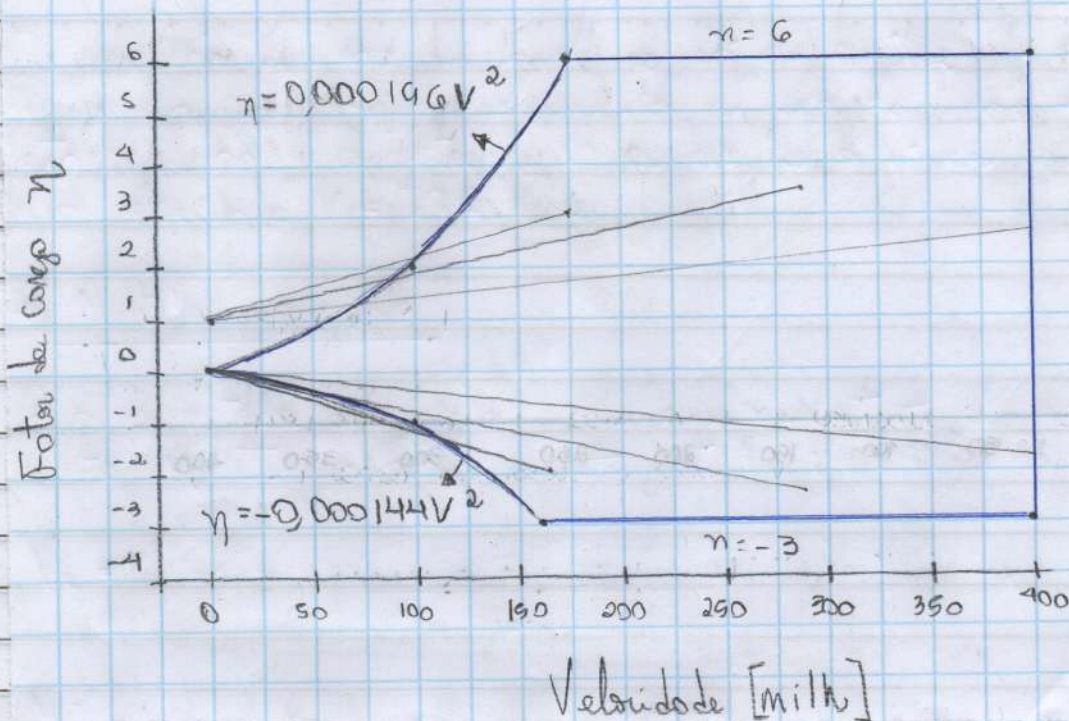


Figura 3: Diagrama V-n completo

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.

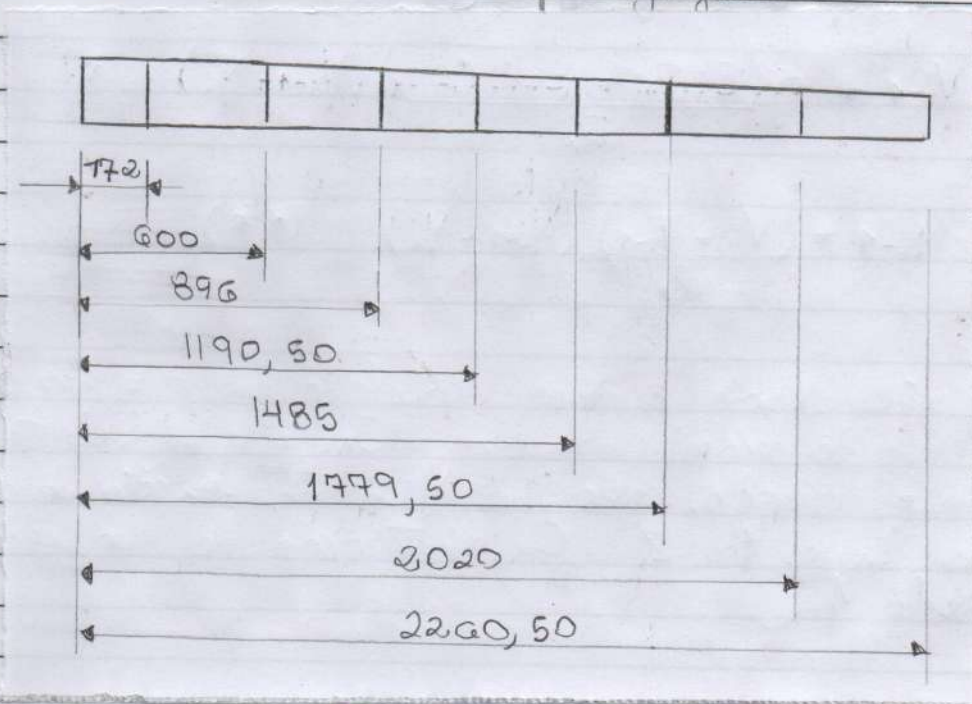


Figura 1

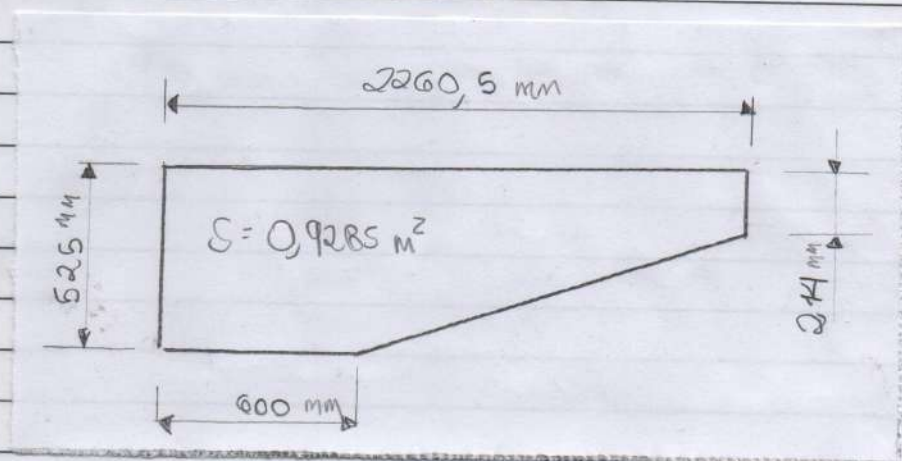


Figura 2

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

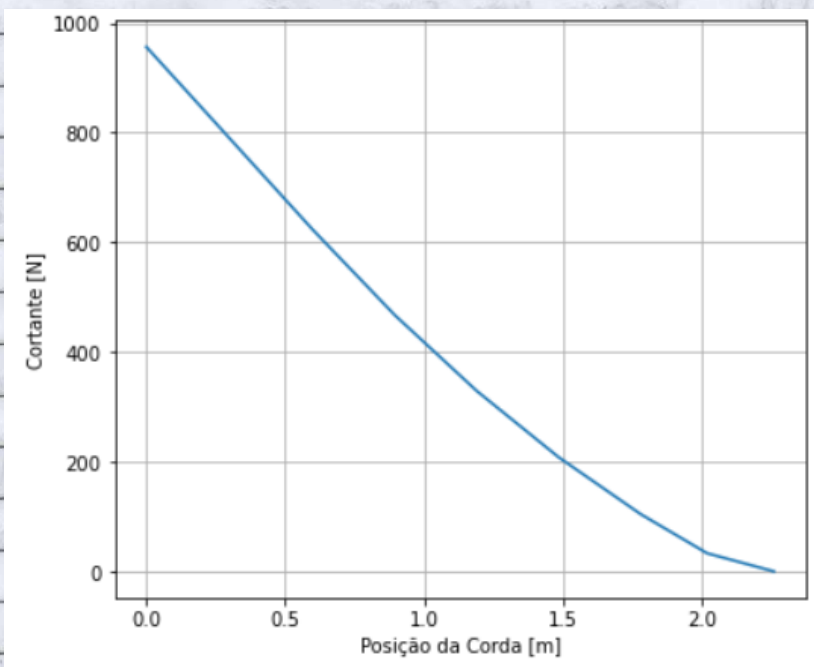


Figura 3: Valores de cortante em cada seção analisada

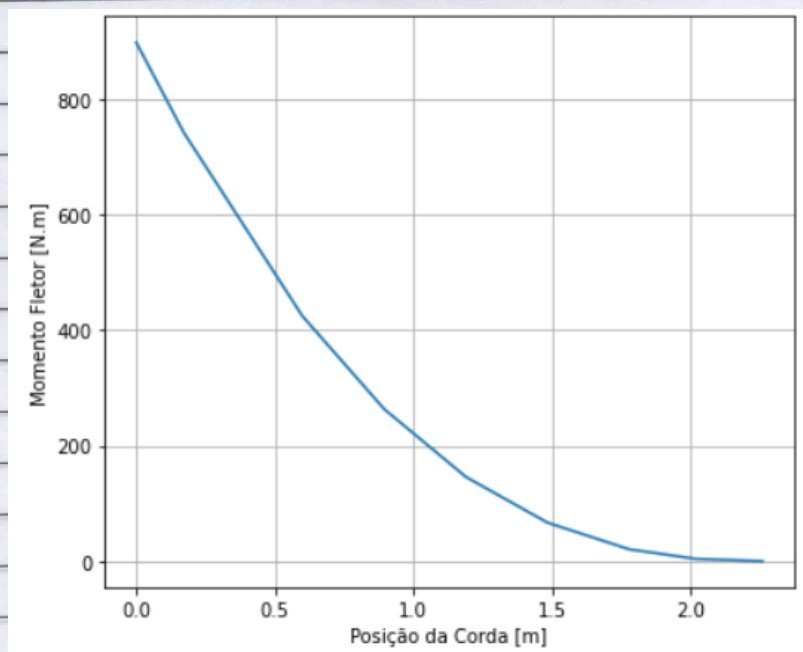


Figura 4: Valores de momento fletor em cada seção analisada

→ 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

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

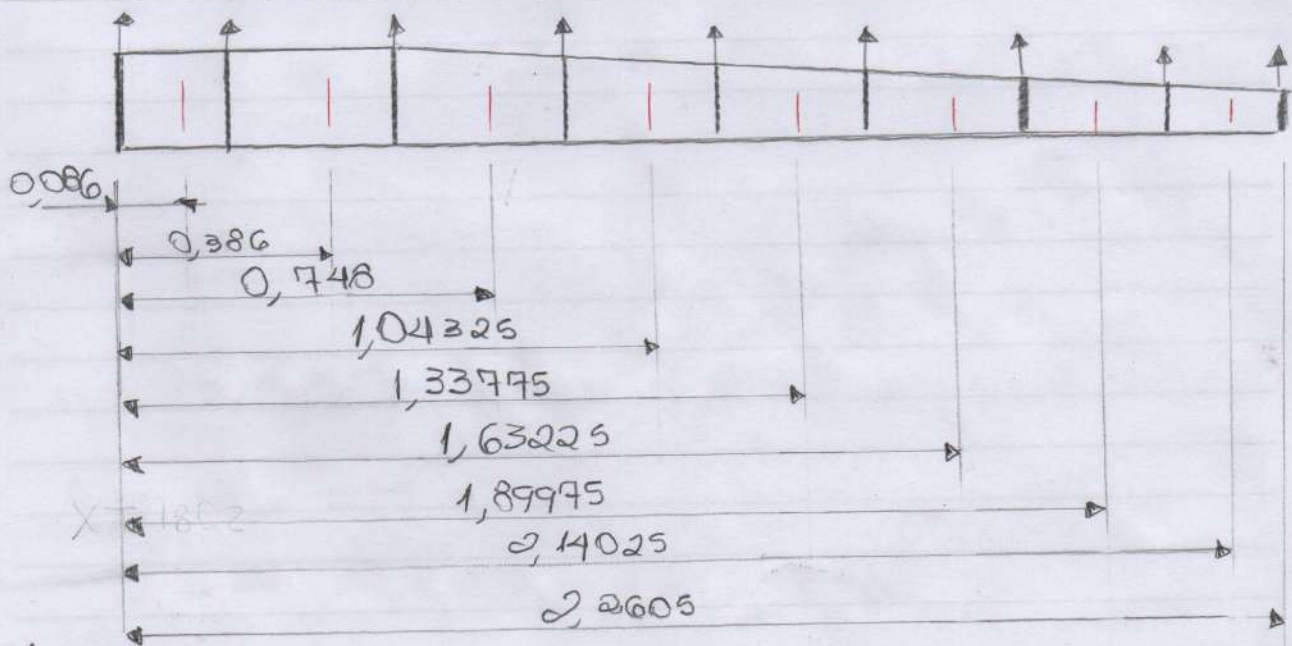
As expressões dos cordões C_g , C_e e C_s são dadas no figura abaixo.

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 interpolações a-b do integral de ΔS_i .

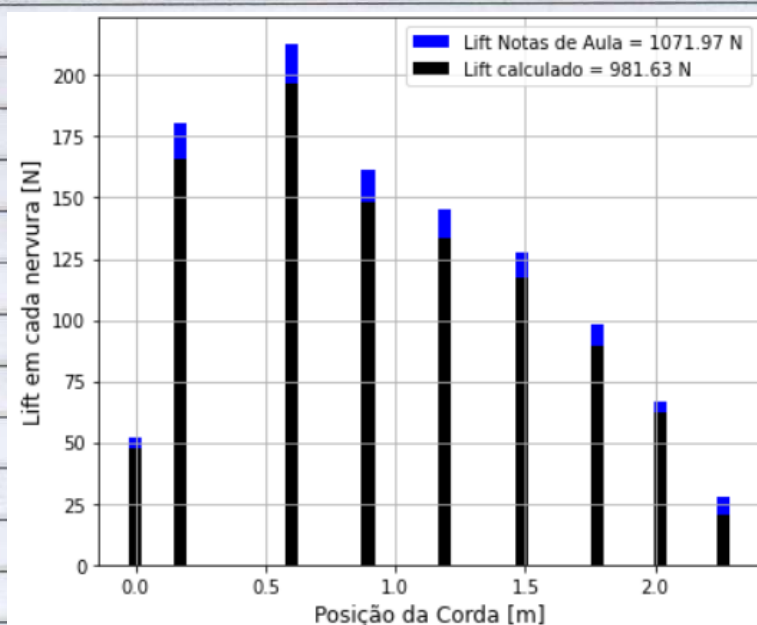


Figura 5: Comparação dos resultados obtidos com os resultados das notas de aula