

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 rajada, 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 do avião, indicando a maior velocidade suportada pela estrutura. Trata-se de um valor dado pelo FAR e no caso deste exercício, a velocidade de mergulho é de 400 milh.

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

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

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

data
fecha

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

e 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 a corda ou reja, o coeficiente C_{ZL} , cujos valores são fornecidos na enunciada da exercício a partir de dados experimentais. Com isso, a relação entre o fator de carga e a velocidade é dada como:

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

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

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

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

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

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, os fatores de carga mínimo e máximo, além das curvas de velocidade de stall, podemos traçar o diagrama $V-n$ para manobras.

Diagrama V-n para membras

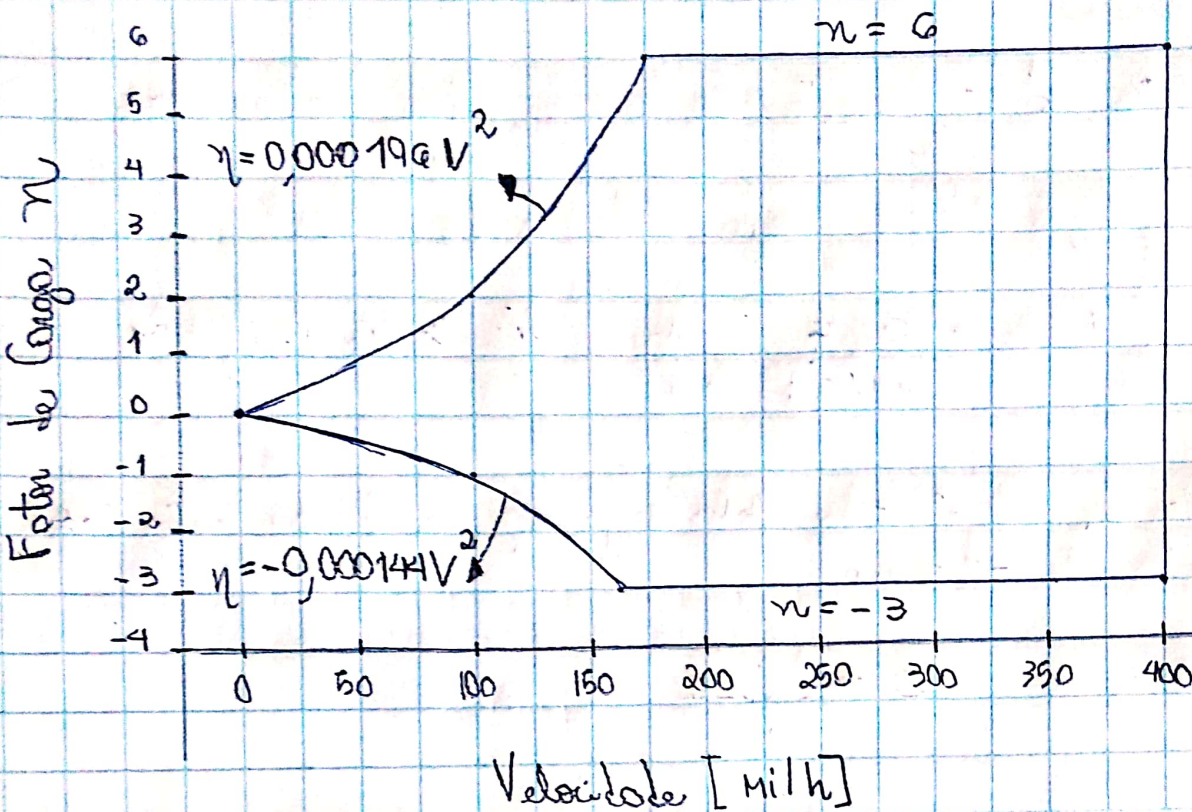


Figura 1: Diagrama V-n para membras

⊙ Diagrama para rajadas

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

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

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

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

data
fecha . . .

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

1) Jota k' é função do cargo a em, dada como:

$$k' = \begin{cases} 0,5 \text{ (W/s)} & \text{para } (W/s) \leq 16 \text{ lb/ft}^2 \\ 1,33 - \frac{2,67}{(W/s)^{0,75}} & \text{para } W/s > 16 \text{ lb/ft}^2 \end{cases}$$

1) 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 da experiência, temos $k' = 1,116$ e $\beta = 0,076$.

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

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

Calculando as curvas para cada condição, temos:

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

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

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

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

data
fecha

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

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

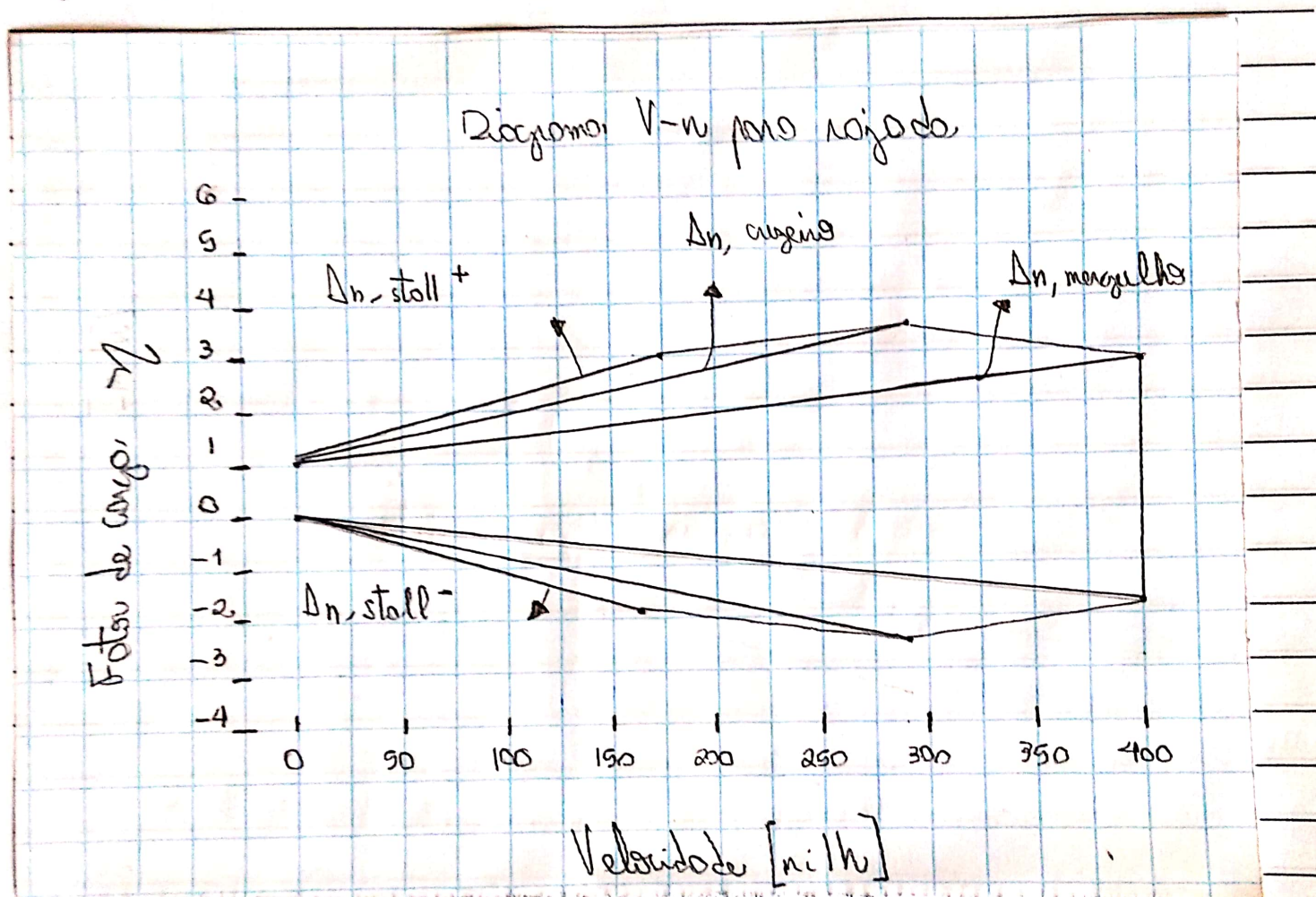


Figura 2: Diagrama V-n para rojadas.

Por fim, a união de dois diagramas, de monobro e rojadas, fornece o diagrama V-n completo. Pela ordem de grandezas, podemos notar que o diagrama de rojadas se encontra dentro do diagrama de monobro.

Logo, o diagrama V-n final é todo pelo próprio diagrama de monobro.

Diagrama V-n completo

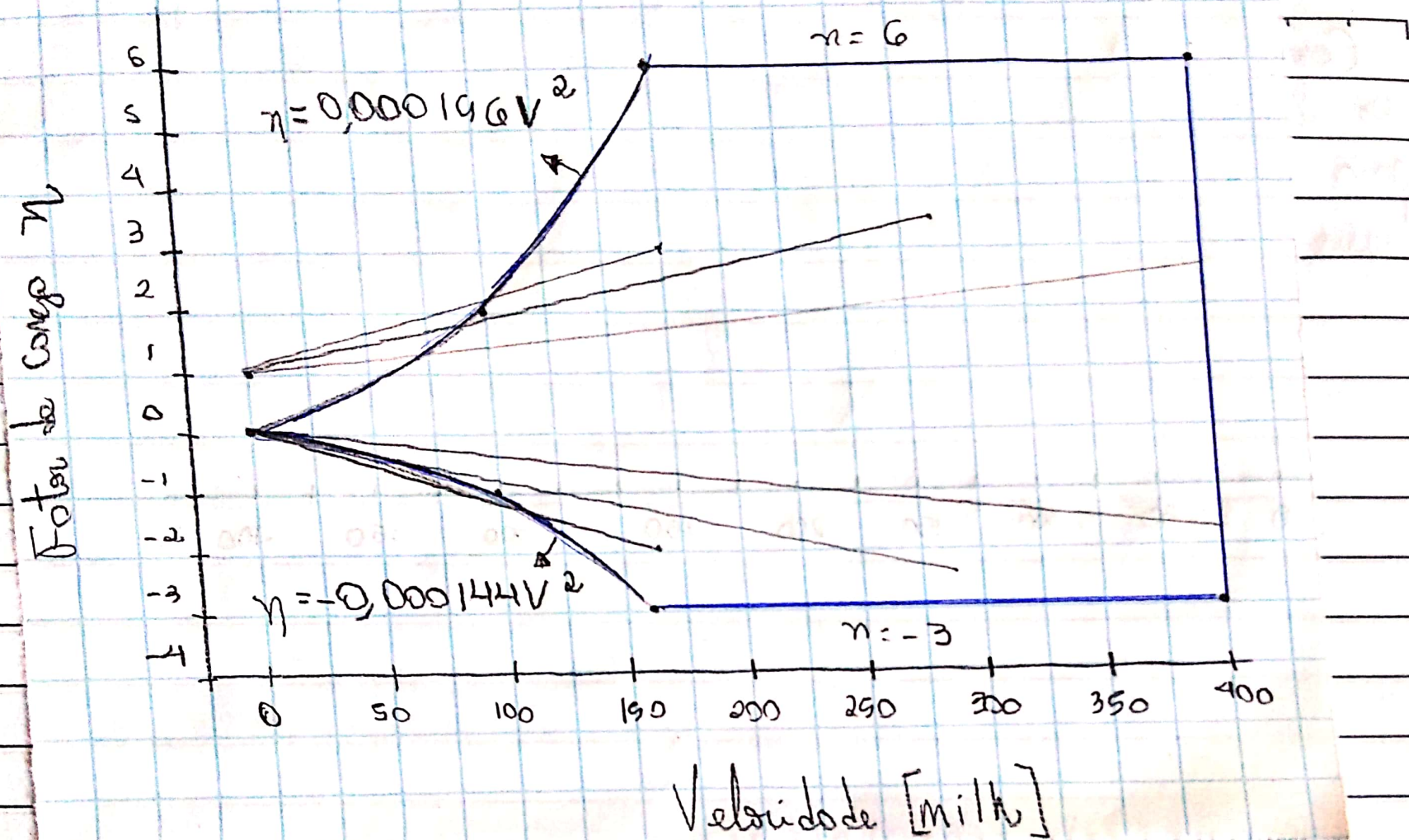


Figura 3: Diagrama V-n completo