

Exemplo 1, Gillespie, pág.231

Um carro pesa 1901 lbf no eixo dianteiro e 1552 lbf no eixo traseiro, com uma distância entre eixos de 100,6 polegadas.

Os pneus possuem os seguintes valores de rigidez lateral:

Carga	Rigidez lateral	Coefficiente lateral
225 lbf	67 lbf/grau	0,298 lbf/lbf/grau
450	121	0,269
675	171	0,253
900	225	0,250
1125	257	0,228
1350	300	0,222

peso no eixo dianteiro:  $W_f := 1901 \text{ lbf} = 8456,07 \text{ N}$

peso no eixo traseiro:  $W_r := 1552 \text{ lbf} = 6903,64 \text{ N}$

distância entre eixos:  $L := 100,6 \text{ in} = 2,56 \text{ m}$

$$F_z := \begin{bmatrix} 225 \\ 450 \\ 675 \\ 900 \\ 1125 \\ 1350 \end{bmatrix} \text{ lbf} = \begin{bmatrix} 1000,85 \\ 2001,7 \\ 3002,55 \\ 4003,4 \\ 5004,25 \\ 6005,1 \end{bmatrix} \text{ N} \quad C_{\alpha} := \begin{bmatrix} 67 \\ 121 \\ 171 \\ 225 \\ 257 \\ 300 \end{bmatrix} \frac{\text{lbf}}{\text{deg}} = \begin{bmatrix} 298,03 \\ 538,23 \\ 760,65 \\ 1000,85 \\ 1143,19 \\ 1334,47 \end{bmatrix} \frac{\text{N}}{\text{deg}}$$

$$CC_{\alpha} := \begin{bmatrix} 0,298 \\ 0,269 \\ 0,253 \\ 0,25 \\ 0,228 \\ 0,222 \end{bmatrix} \frac{\text{lbf}}{\text{lbf deg}} = \begin{bmatrix} 0,3 \\ 0,27 \\ 0,25 \\ 0,25 \\ 0,23 \\ 0,22 \end{bmatrix} \frac{\text{N}}{\text{N deg}}$$

Determine as seguintes propriedades em curva para o veículo:

- Ângulos de Ackerman para os raios de 500, 200, 100 e 50 pés.
- O Gradiente de subesterçamento.
- A velocidade característica.
- O ganho de aceleração lateral a 60 milhas/h.
- O ganho de velocidade de guinada a 60 milhas/h.
- O ângulo de deslizamento lateral no CG, num raio de curva de 800 pés e a 60 milhas/h.
- A margem estática.

a) Ângulos de Ackerman para raios de curva de 500, 200, 100 e 50 pés

$$R := 500 \text{ ft} = 152,4 \text{ m}$$

$$\delta_i := \frac{L}{R} = 0,96 \text{ deg}$$

b) Gradiente subesterçante:

força vertical em cada roda dianteira:  $F_{zf} := \frac{W_f}{2} = 4228,03 \text{ N}$

$$C_{\alpha f} := \frac{F_{zf} - F_{z4}}{F_{z5} - F_{z4}} \cdot (C_{\alpha 5} - C_{\alpha 4}) + C_{\alpha 4} = 1032,8 \frac{\text{N}}{\text{deg}}$$

força vertical em cada roda traseira:  $F_{zr} := \frac{W_r}{2} = 3451,82 \text{ N}$

$$C_{\alpha r} := \frac{F_{zr} - F_{z3}}{F_{z4} - F_{z3}} \cdot (C_{\alpha 4} - C_{\alpha 3}) + C_{\alpha 3} = 868,47 \frac{\text{N}}{\text{deg}}$$

gradiente subesterçante:

$$K := \frac{F_{zf}}{C_{\alpha f}} - \frac{F_{zr}}{C_{\alpha r}} = 0,12 \frac{\text{N}}{\text{deg}}$$

c) Velocidade característica:  $g := 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$V_{car} := \sqrt{\frac{L \cdot g}{K}} = 109,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V_{car} = 395,21 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

d) Ganho de aceleração lateral em  $v := 60 \frac{\text{mile}}{\text{hr}} = 26,82 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   $v = 96,56 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$

$$a_{y\delta} := \frac{\frac{v^2}{L \cdot g}}{1 + \frac{K \cdot v}{L \cdot g}} = 0,47 \frac{1}{\text{deg}}$$

e) Ganho de velocidade de guinada em  $v := 60 \frac{\text{mile}}{\text{hr}} = 26,82 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   $v = 96,56 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$

$$r_{\delta} := \frac{\frac{v}{L}}{1 + \frac{K \cdot v}{L \cdot g}} = 9,91 \frac{\text{deg}}{\text{s}}$$

f) Ângulo de deslizamento lateral para:

$$R := 800 \text{ ft} = 243,84 \text{ m} \quad v = 26,82 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

distância do eixo traseiro até o CG:  $c := \frac{W_f \cdot L}{W_f + W_r} = 1,41 \text{ m}$

rigidez lateral correspondente ao peso no eixo traseiro:

$$C_{\alpha \beta} := \frac{W_r - F_{z5}}{F_{z6} - F_{z5}} \cdot (C_{\alpha 6} - C_{\alpha 5}) + C_{\alpha 5} = 1506,19 \frac{\text{N}}{\text{deg}}$$

ângulo de deslizamento lateral:  $\beta := \frac{c}{R} - \frac{W_r \cdot v^2}{C_{\alpha \beta} \cdot R \cdot g} = -1,05 \text{ deg}$

g) Margem estática:

ponto de esterçamento neutro ( $c'$ ): ponto localizado na vista lateral onde se produz a mesma deriva para uma força lateral aplicada.

Do equilíbrio de momentos em relação ao CG:

$$F_{yf} \cdot (L - c) = F_{yr} \cdot c$$

$c$  é a distância do eixo traseiro até o CG

$$F_{yf} = C_{\alpha f} \cdot \alpha_f$$

$$F_{yr} = C_{\alpha r} \cdot \alpha_r$$

$$C_{\alpha f} \cdot \alpha_f \cdot (L - c) = C_{\alpha r} \cdot \alpha_r \cdot c$$

Como no ponto de esterçamento neutro ( $c'$ ),  $\alpha_f = \alpha_r$

$$C_{\alpha f} \cdot (L - c') = C_{\alpha r} \cdot c'$$

que resulta

$$c' := L \cdot \frac{C_{\alpha f}}{C_{\alpha r} + C_{\alpha f}} = 1,39 \text{ m}$$

Como  $c = 1,41 \text{ m}$

o ponto de esterçamento neutro está atrás do CG

$$\text{PEN} := \frac{c - c'}{L} = 0,73 \%$$