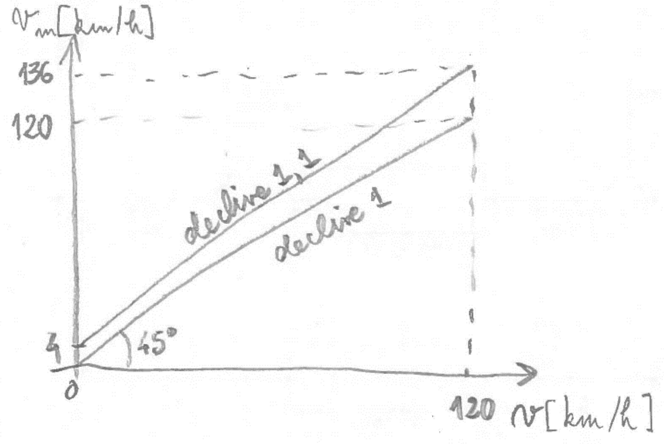
α'

1. $v \leq v_m \leq v + 10\% v + 4 = 1{,}1v + 4$ [km/h]

1a)

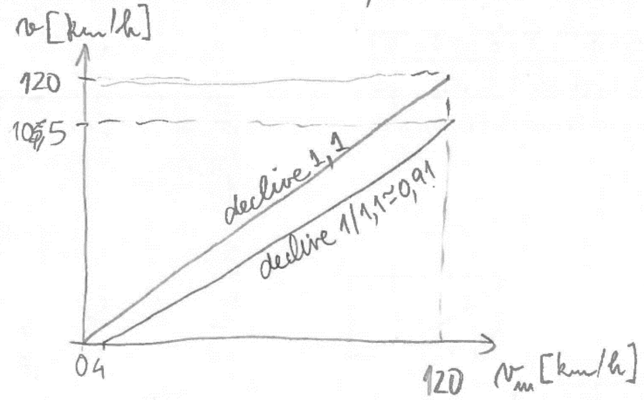


$v = 0 \Rightarrow 0 \leq v_m \leq 4$

$v = 120 \Rightarrow 0 \leq v_m \leq 1{,}1 \times 120 + 4 = 120 + 12 + 4 = 136$

1b) $v_m = 1{,}1v + 4 \Leftrightarrow v = \dfrac{v_m - 4}{1{,}1}$ [km/h]

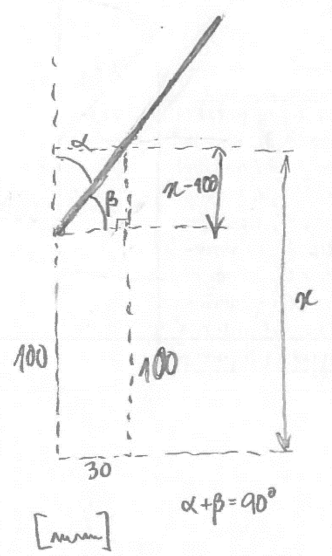
$v_m \leq v \leq \dfrac{v_m - 4}{1{,}1}$ $\qquad v_m = 120 \Rightarrow 120 \leq v \leq \dfrac{120-4}{1{,}1} = 105{,}5$



2a) $\delta l = 1\,mm$ i.e. $\delta l = \frac{1}{100} = 1\%$ (resolução)

$\Delta l = 5\,mm$ i.e $\Delta l = \frac{5}{100} = 5\%$ (precisão)

2b)



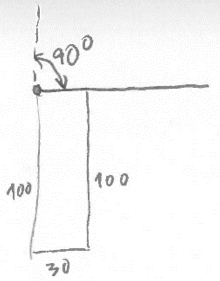
$\text{tg}\,\alpha = \dfrac{30}{x - 100}$

d

x_0

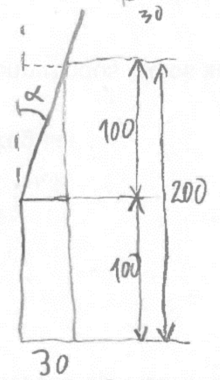
β'

2c) Valor máximo:



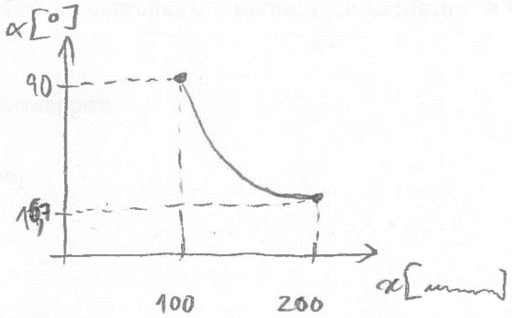
$\alpha = 90°$

Valor mínimo:



$\alpha = \text{arctg}\,\dfrac{30}{100} = 0{,}3\ \text{rad} = 16{,}7°$

2d) $\alpha = \text{arctg}\,\dfrac{30}{x-100}$



(pedi ajuda ao Matlab!)

2e) $\left.\begin{array}{l} \text{Aos } 90°: \quad \alpha = \text{arctg}\,\dfrac{30}{105-100} = 80{,}5° \\ \text{Aos } 16{,}7°: \quad \alpha = \text{arctg}\,\dfrac{30}{195-100} = 17{,}5° \end{array}\right\}$ caso pior: precisão de $\Delta\alpha = 9{,}5°$

2f) $\left.\begin{array}{l} \text{Aos } 90°: \quad \alpha = \text{arctg}\,\dfrac{30}{101-100} = 88{,}1° \\ \text{Aos } 16{,}7°: \quad \alpha = \text{arctg}\,\dfrac{30}{199-100} = 16{,}9° \end{array}\right\}$ resolução $0{,}2° \leq \delta\alpha \leq 1{,}9°$

(não é constante!)

3a) $\omega = \dfrac{\Delta n \times \frac{2\pi}{1024}}{\frac{1}{5}} = \dfrac{\Delta n\ 6{,}1\times10^{-3}\ \text{rad}}{0{,}2\ \text{s}} = 30{,}7\times10^{-3}\,\Delta n\ [\text{rad/s}] \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta n = \dfrac{\omega}{30{,}7\times10^{-3}} = 32{,}6\,\omega$ é preciso arredondar (para baixo):

$\Delta n = \lfloor 32{,}6\ \omega \rfloor \quad [\text{rad/s}]$

3b) $\Delta n = 1 \Rightarrow \omega = 30{,}7\times10^{-3}\ \text{rad/s} \longleftarrow$ é esta a resolução ($\delta\omega$)

3c) $\delta n = \dfrac{30{,}7\times10^{-3}}{7500\times\frac{2\pi}{60}} = 3{,}9\times10^{-5} = 0{,}0039\%$

3d) $\omega_{max} = 7500 \frac{2\pi}{60} = 785,4$ rad/s $\Rightarrow \Delta n = \lfloor 32,6 \times 785,4 \rfloor = 25604$

Ora $\log_2 25604 = 14,6$ pelo que preciso de 15 bits, isto é 4 contadores de 4 bits (num total de 16 bits).

3e) É a correspondente à diferença entre $\overbrace{00000000}^{8\ \text{bits}}\overbrace{00000000}^{8\ \text{bits}}$ e $\underbrace{0000000100000000}_{16\ \text{bits}}$

que são os 2 primeiros nºs que vamos conseguir distinguir.

$2^8 = 256$ logo $\delta\omega = 30,7 \times 10^{-3} \times 256 = 7,9$ rad/s

4a) O piezoelétrico não cobre as frequências [0, 1] Hz, logo não serve. Dos outros dois, o piezoresistivo tem uma resolução pior, mas nada indica que não serve, e é mais barato, portanto fica esse.

4b) Sensibilidade: $5\mu V/V/g \times 12\,V = 60\mu V/g$ logo p/ 10g teremos na saída $600\mu V$ e p/ 2g teremos $120\mu V$

10 g --------- 600 µV

2 g------------ 120 µV ----- 5 V ----------- $2^8 = 256$

0 g------------ 0 µV -------- 0 V ---------- 0

É preciso amplificar 5 / 0.00012 = 41667 vezes. Se pretendêssemos medir também acelerações negativas (coisa que vamos assumir a partir daqui, ao contrário do que pede o enunciado), teríamos

10g —— 600µV   5V —— $2^8 = 256$

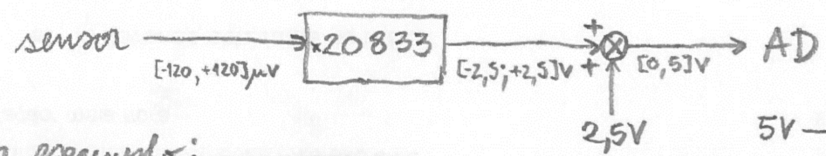
2g —— 120µV

0g —— 0µV   CS 240µV 5V   0V —— 0

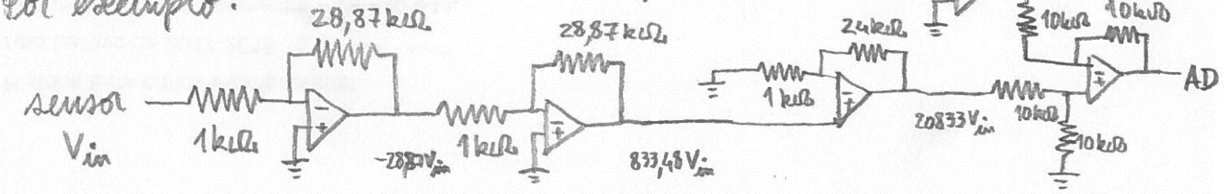
-2g —— -120µV

-10g —— -600µV

CS: amplificar $\frac{5}{240\times10^{-6}} = 20833$ vezes e depois somar 2,5V



Por exemplo:



4c) resolução $\quad \delta a = \frac{4g}{256} = \frac{1}{64} = 0{,}0156\,g$ $\quad$ 8

4d) Em 2h há $3600 \times 2 = 7200\,s$. Em cada segundo, 250 amostras. Há pois $1{,}8 \times 10^6$ amostras. Cada amostra tem 8 bits, logo o ficheiro tem $14{,}4 \times 10^6$ bits ou seja (8 bits = 1 byte) $1{,}8 \times 10^6\,B = \frac{1{,}8 \times 10^6}{1024}\,KB = \frac{1{,}8 \times 10^6}{1024^2}\,MB = 1{,}72\,MB$.