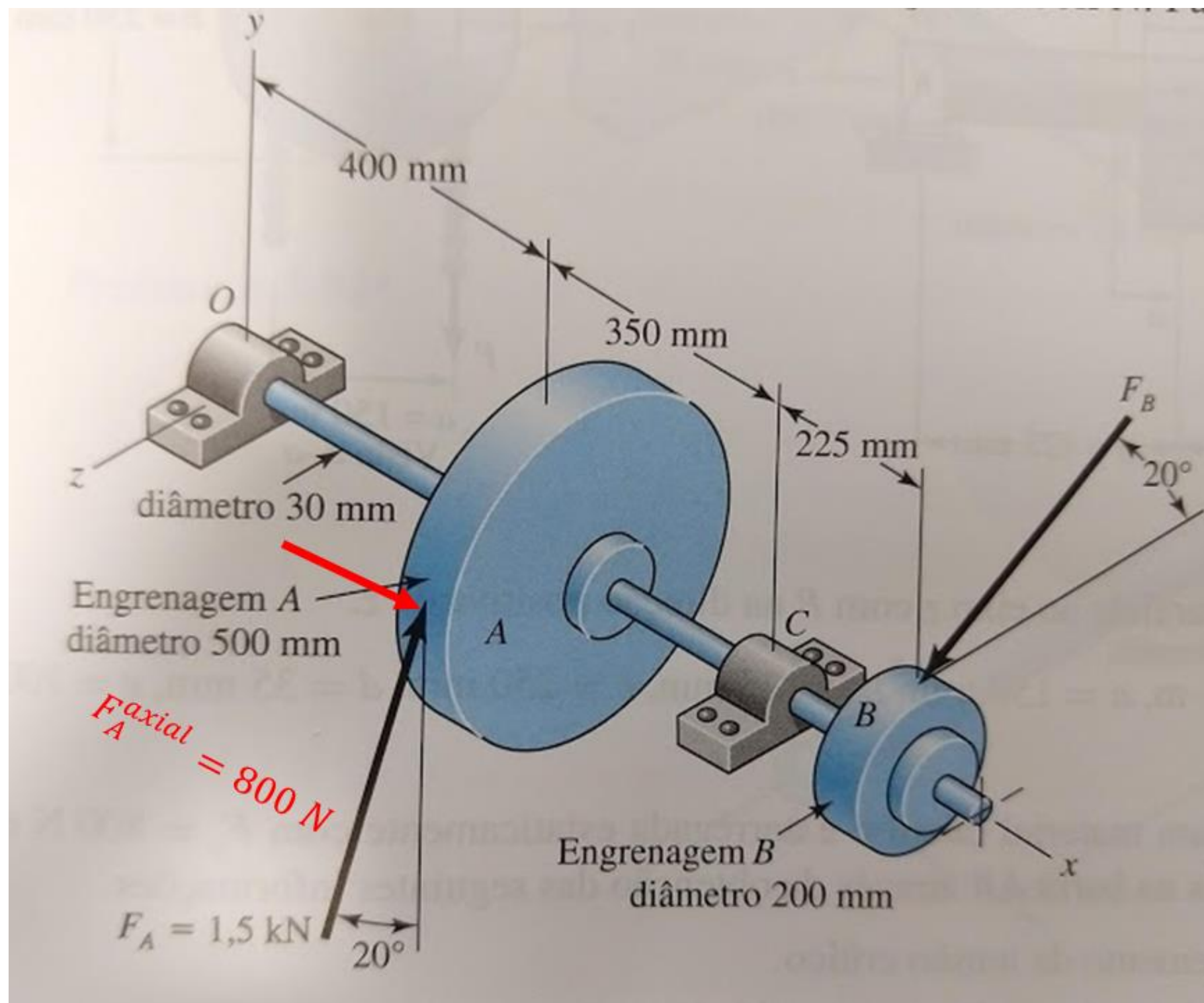


Exercício extra 1
baseado no ex 3.72 do livro
Elementos de máquinas de Shiegley
10 ed

Mateus Mota Moraes
EESC/USP



Um redutor de engrenagens usa o eixo mostrado na figura. A engrenagem A é acionada por outra engrenagem com a força transmitida F_A aplicada com um ângulo de pressão de 20° , conforme mostrado. *Por ser uma engrenagem helicoidal, também há uma componente de força na direção axial (F_A^{axial}).* A potência transmitida através do eixo e é aplicada através da engrenagem B pela força transmitida F_B , com o ângulo de pressão mostrado.

Dados: $n=10 \text{ rpm}$, material aço 1020 estirado a frio ($\sigma_{\text{adm}} = 390 \text{ MPa}$)

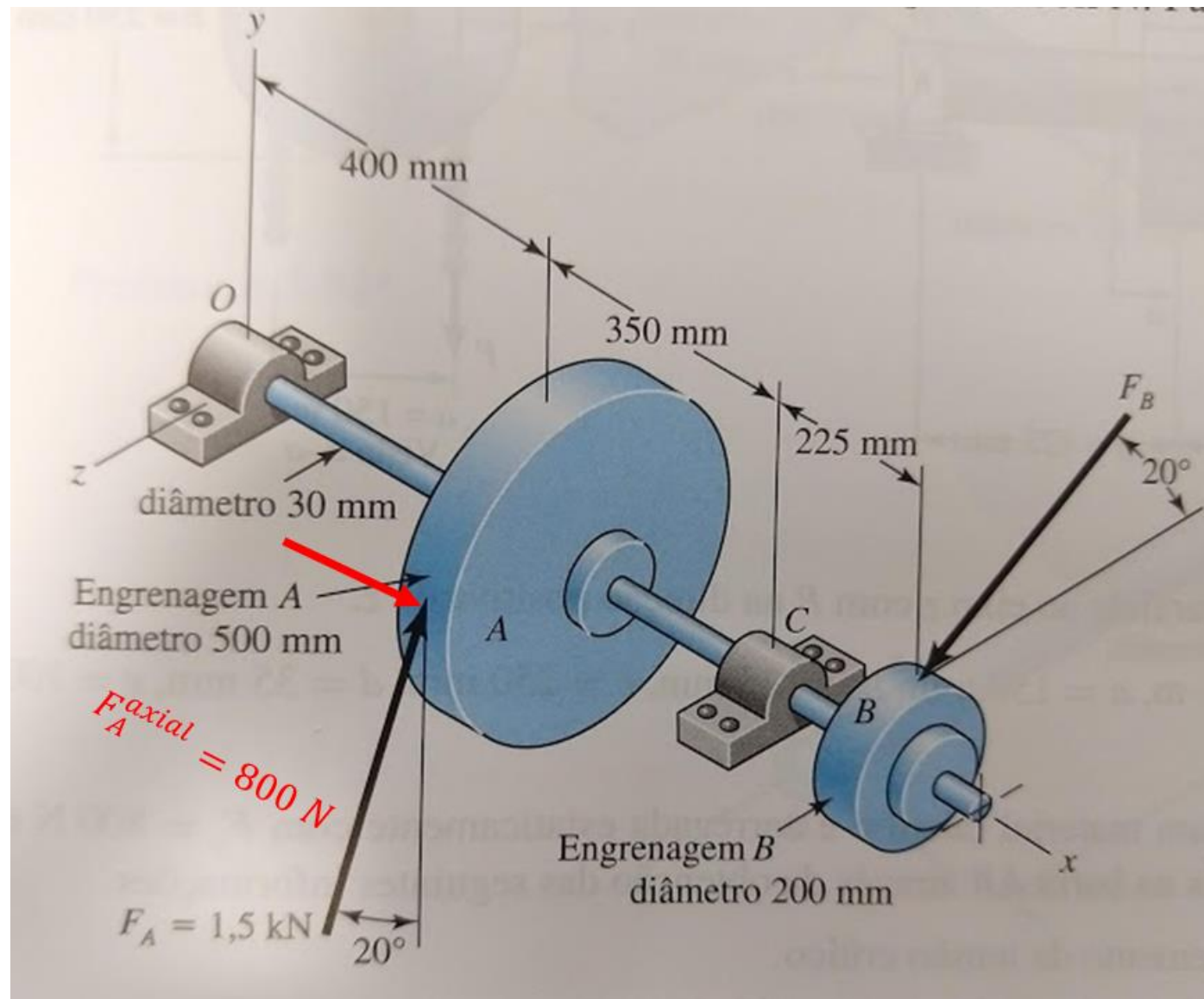
- a) Determine o valor da força F_B , assumindo que o eixo rotacionando com velocidade constante.

Equilíbrio de momento torçor

$$M_t = F_A \cos \theta_A R_A = F_B \cos \theta_B R_B$$

$$1500 \times \cos 20^\circ \times \frac{500}{2} = F_B \times \cos 20^\circ \times \frac{200}{2}$$

$$F_B = 3750 \text{ N}$$



b) Determine a potência transmitida pelo eixo em kW e HP

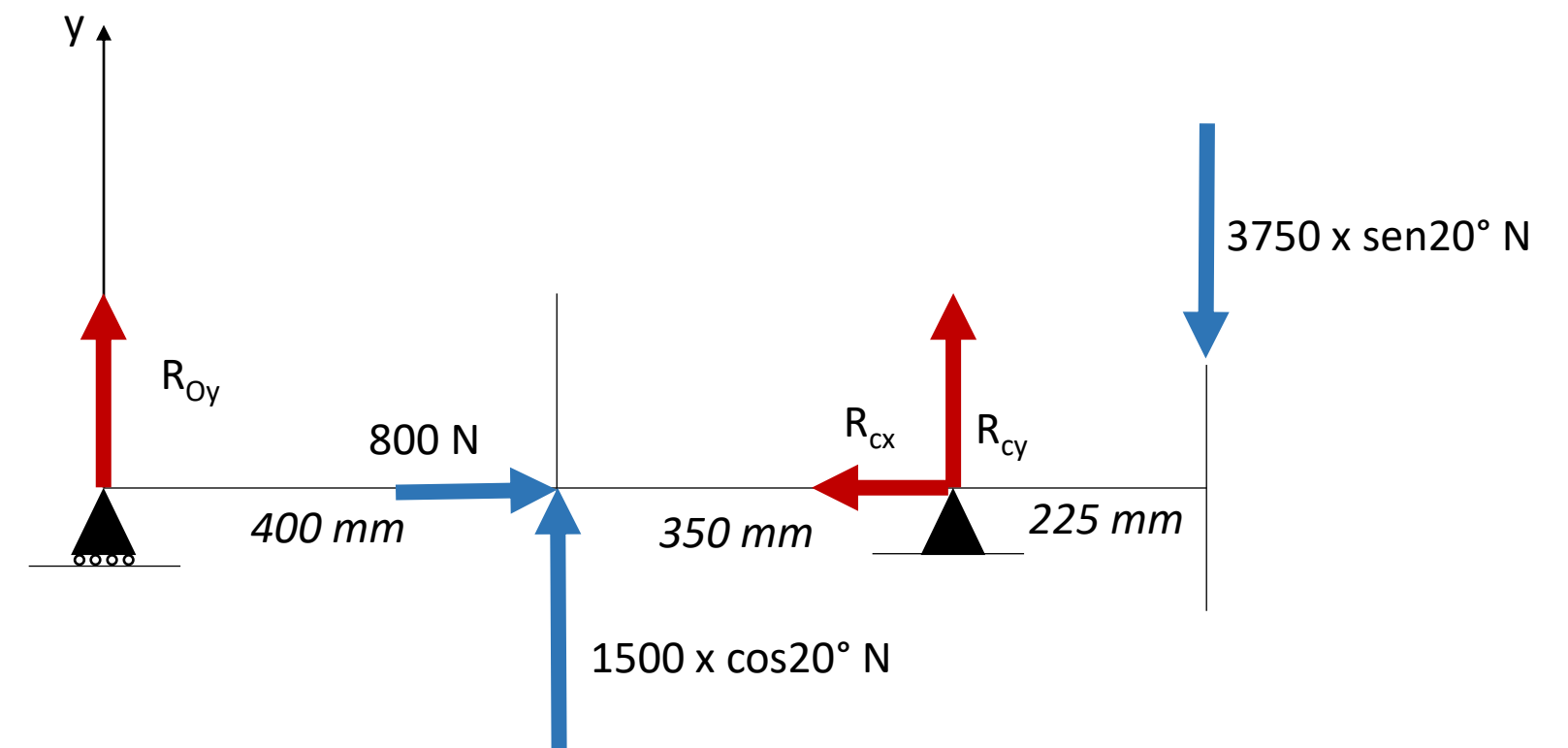
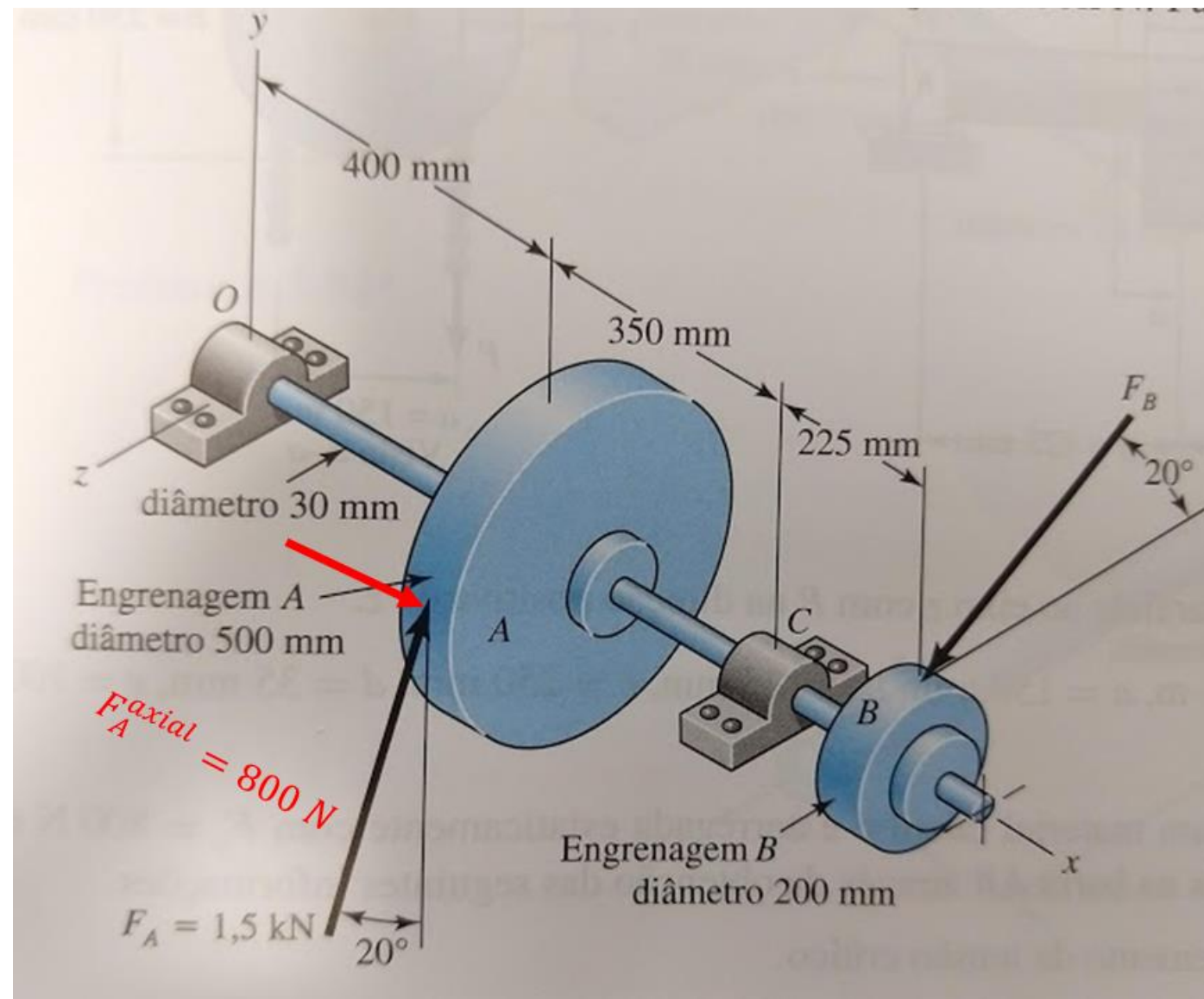
$$Pot_{kW} = M_t \times \omega = M_t \times \frac{2\pi n}{60}$$

$$Pot_{kW} = (1,5kN \times \cos 20^\circ \times 0,25m) \times \frac{2\pi \times 10rpm}{60s/min}$$

$$Pot_{kW} = 0,369 \text{ kW}$$

$$Pot_{HP} = \frac{1}{0,7457} Pot_{kW} = 0,495 \text{ HP}$$

c) Encontre as forças de reações nos mancais. Assuma que o mancal O é livre e o mancal C é fixo



$$\sum F_x: 800 - R_{Cx} = 0 \quad \rightarrow R_{Cx} = 800 \text{ N}$$

$$\sum M_{Oz}:$$

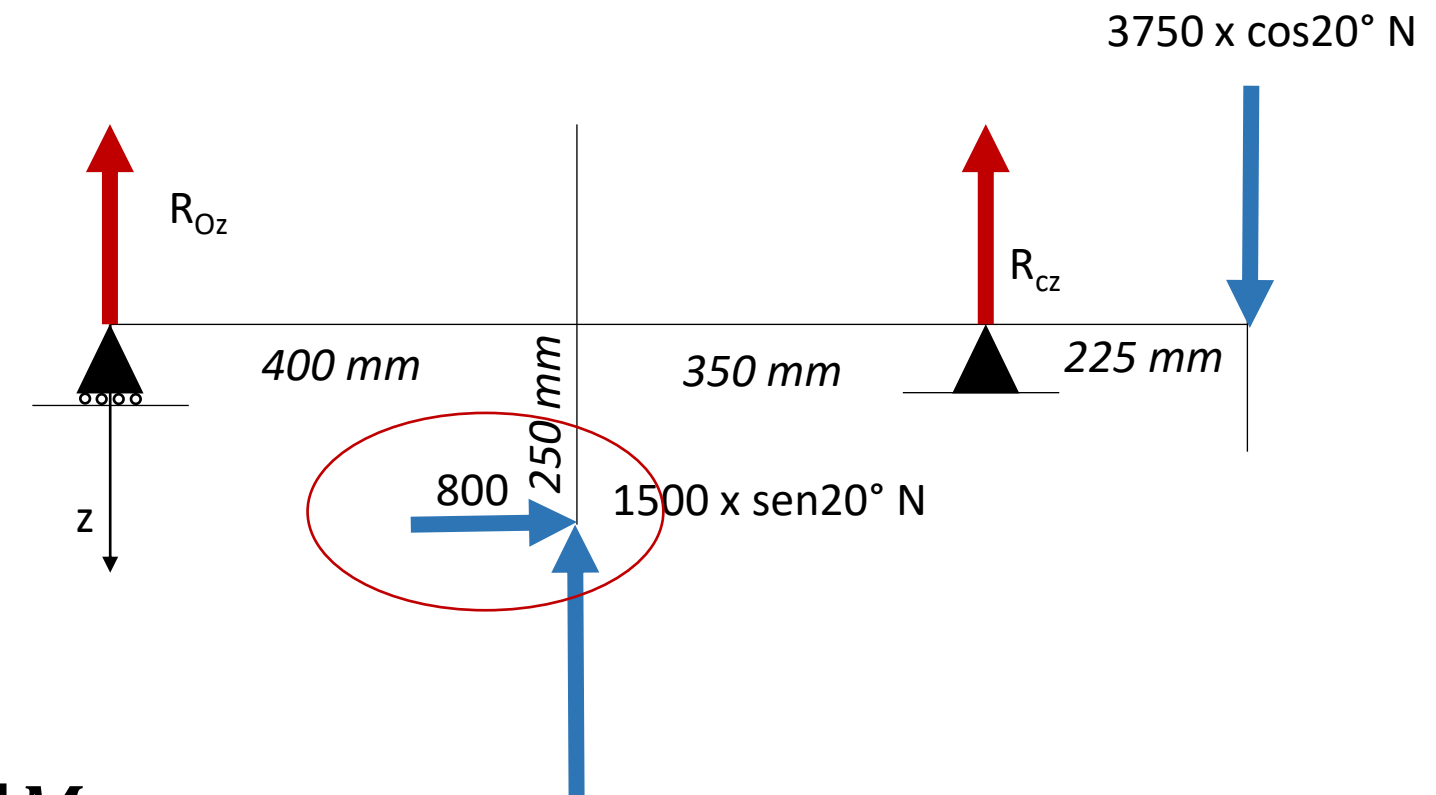
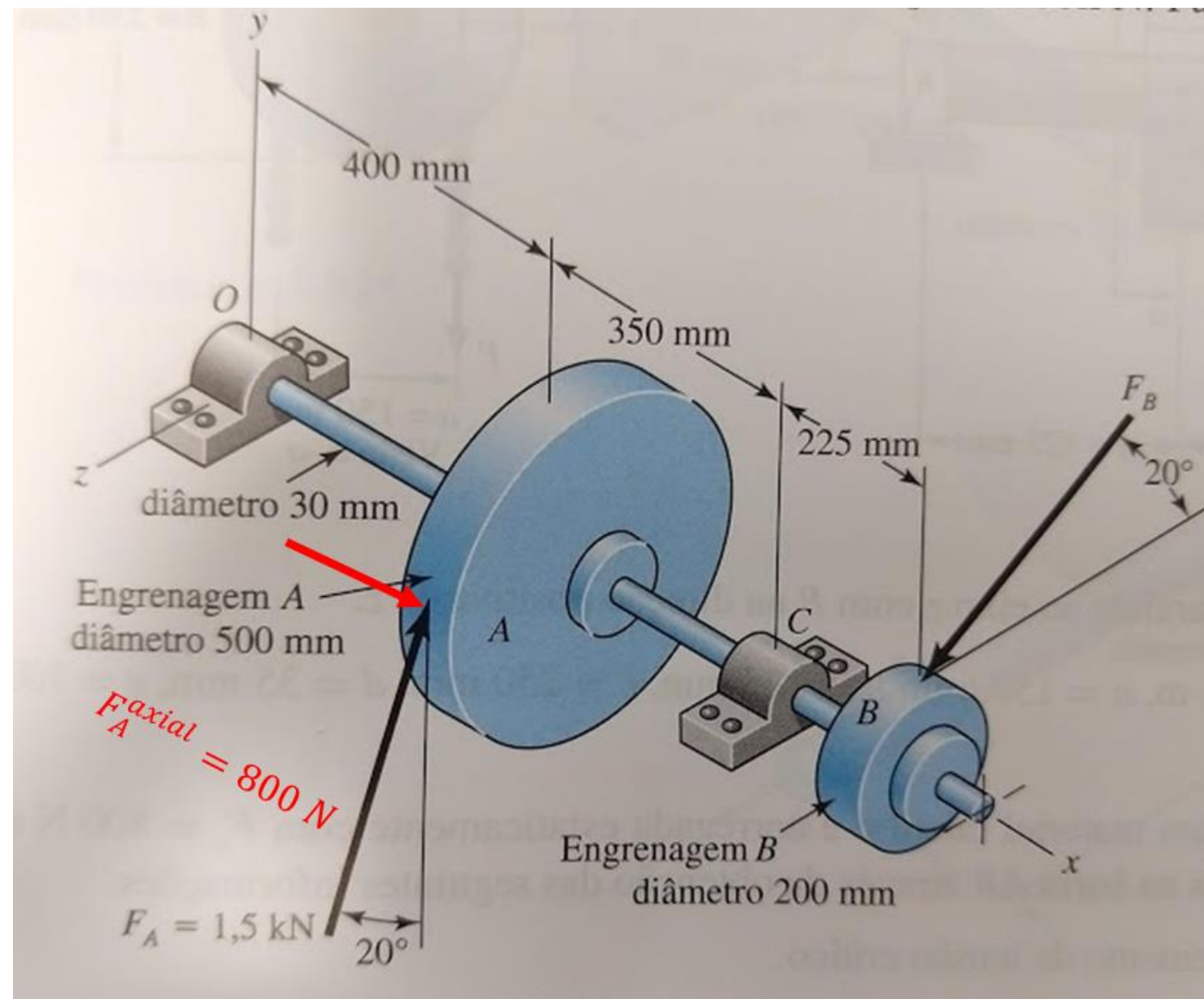
$$1409,54 \times 400 + R_{Cy} \times (400 + 350) - 1282,56 \times (400 + 350 + 225) = 0$$

$$\rightarrow R_{Cy} = 915,59 \text{ N}$$

$$\sum F_y: R_{Oy} + 1409,54 + 915,59 - 1282,56 = 0$$

$$\rightarrow R_{Oy} = -1042,56 \text{ N}$$

c) Encontre as forças de reações nos mancais. Assuma que o mancal O é livre e o mancal C é fixo



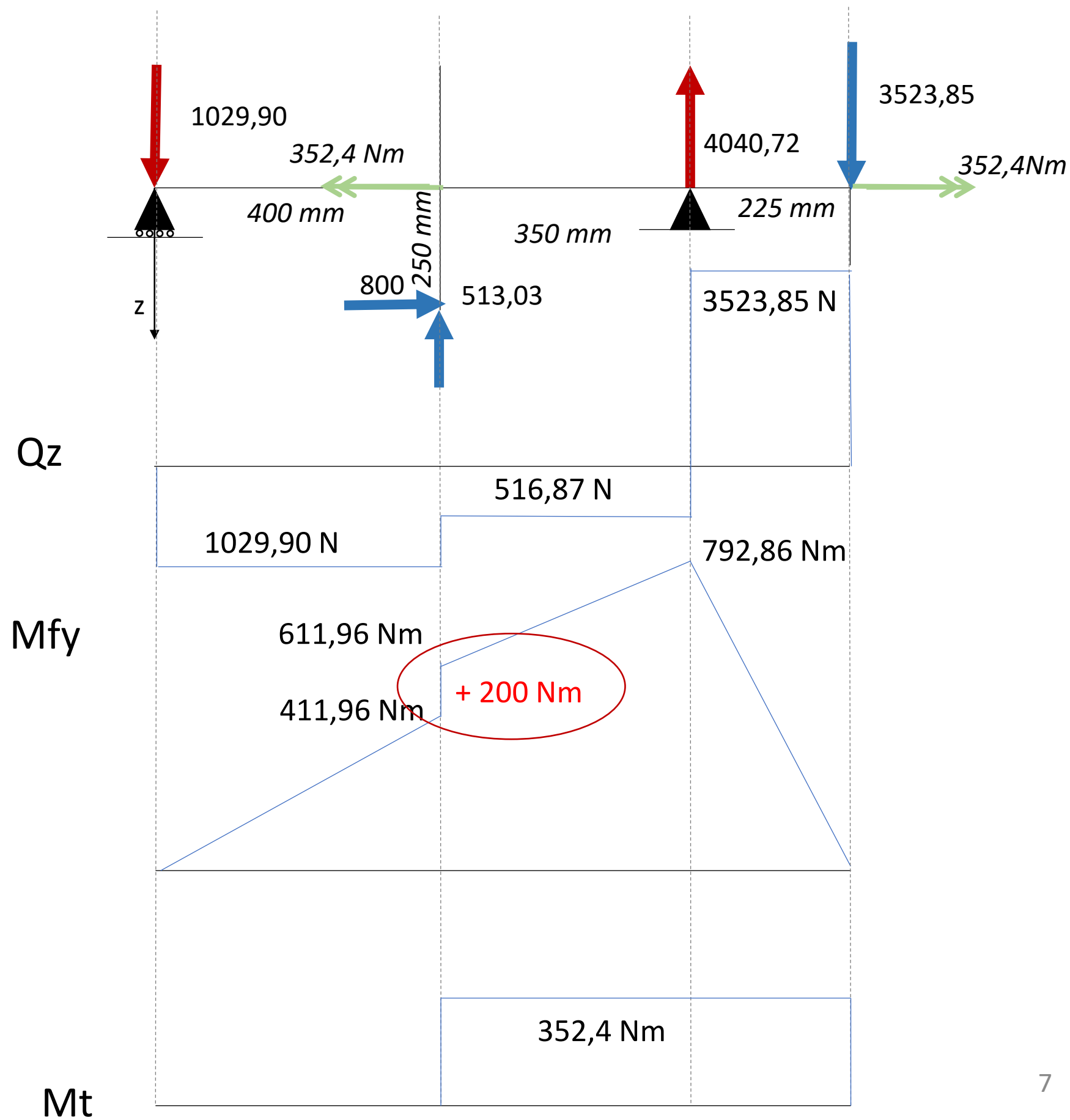
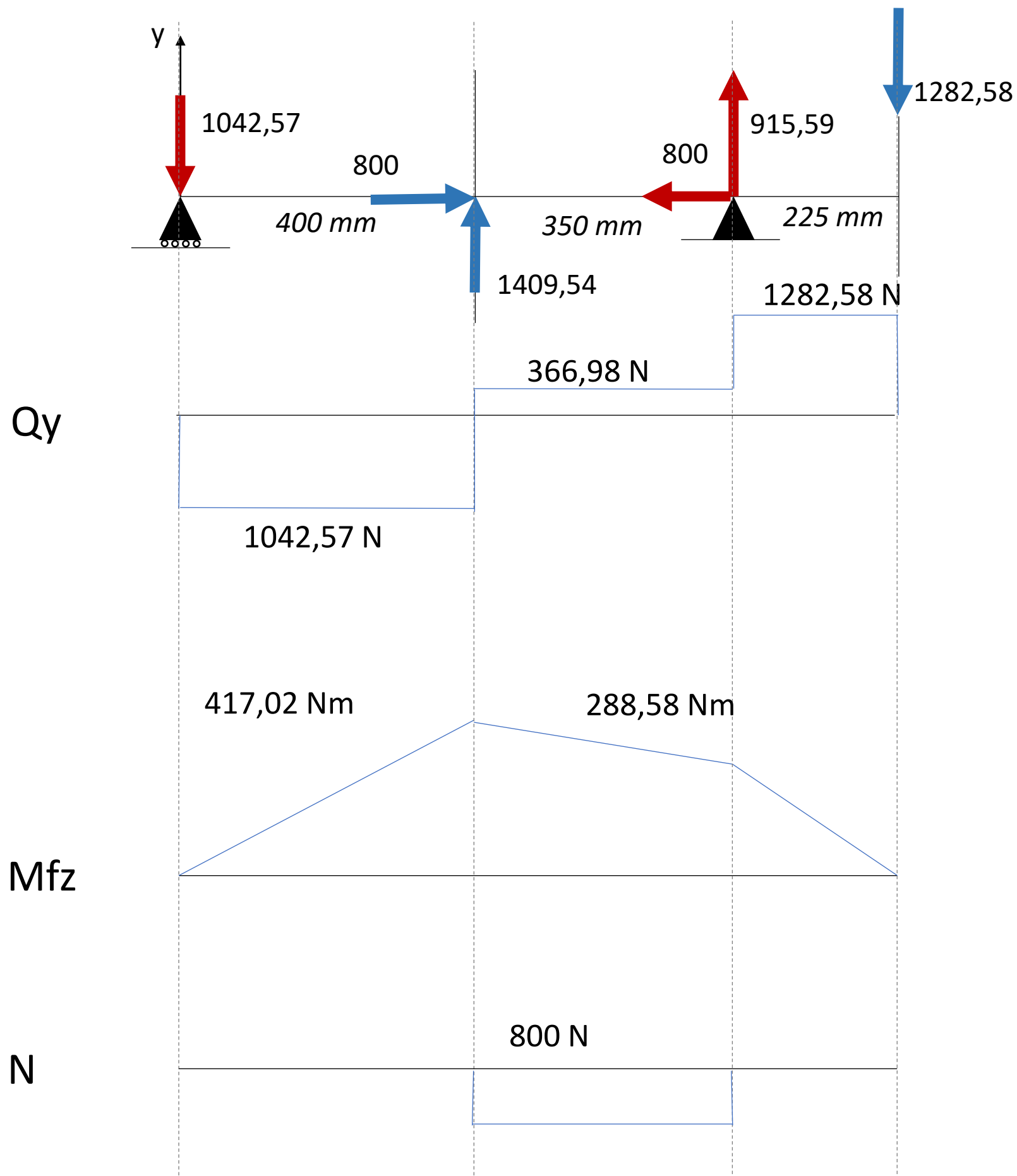
$$\begin{aligned} \sum M_{Oy}: \\ 513,03 \times 400 + 800 \times 250 + R_{Cz} \times (400 + 350) \\ - 3523,85 \times (400 + 350 + 225) = 0 \end{aligned}$$

$$\rightarrow R_{Cz} = 4040,72$$

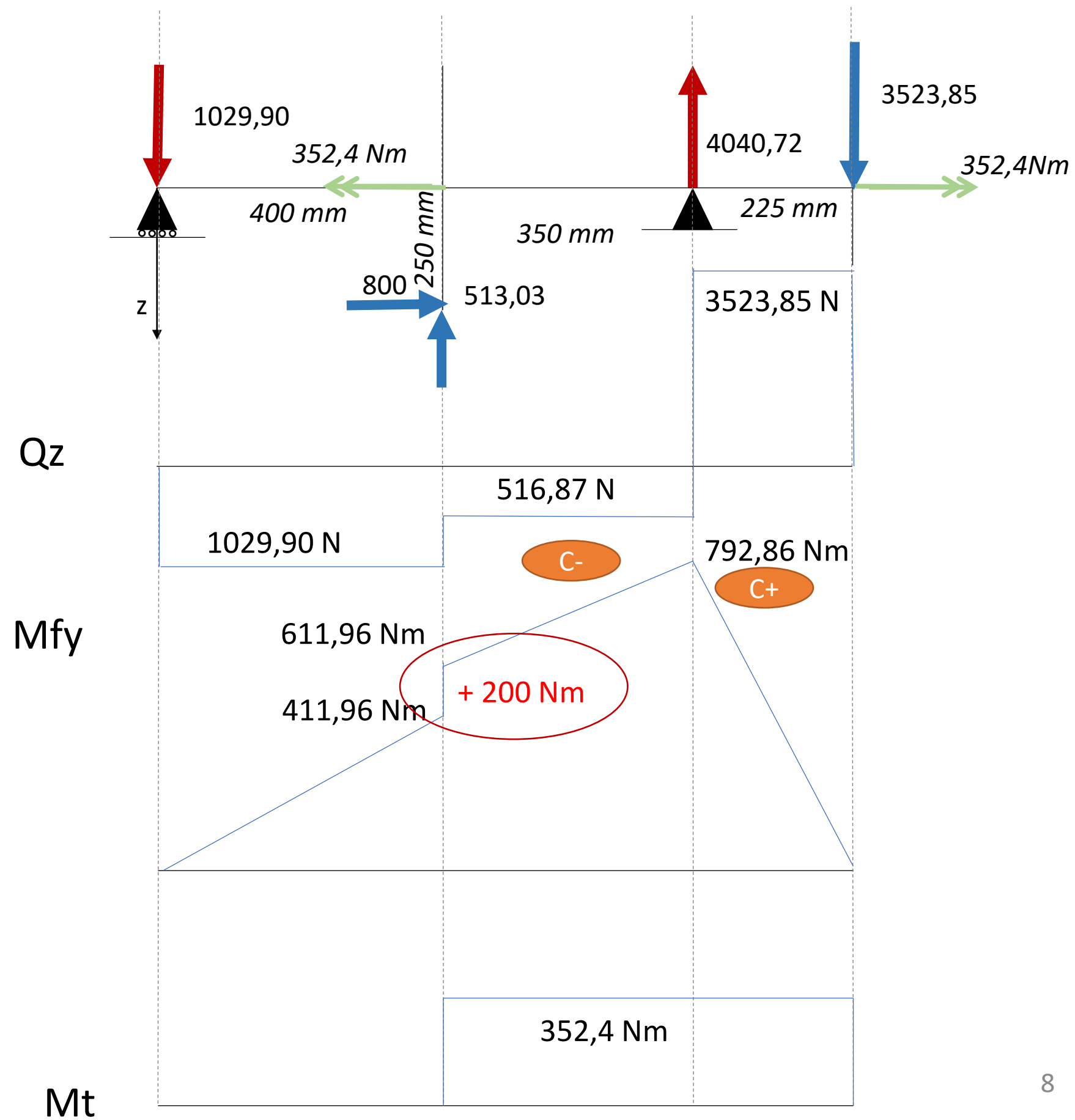
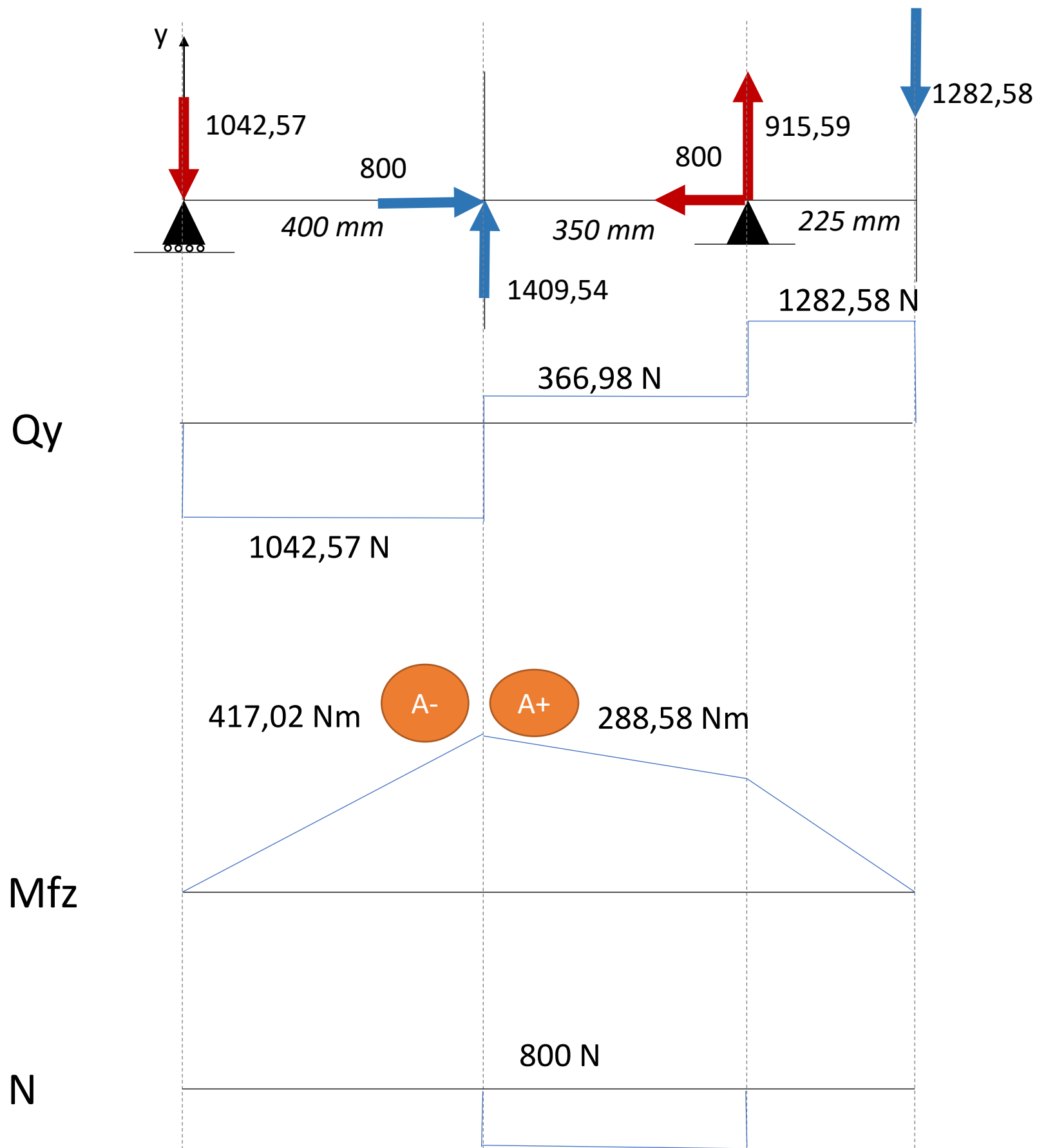
$$\sum F_z: R_{Oz} + 513,03 + 4040,72 - 3523,85 = 0$$

$$\rightarrow R_{Oz} = -1029,90 \text{ N}$$

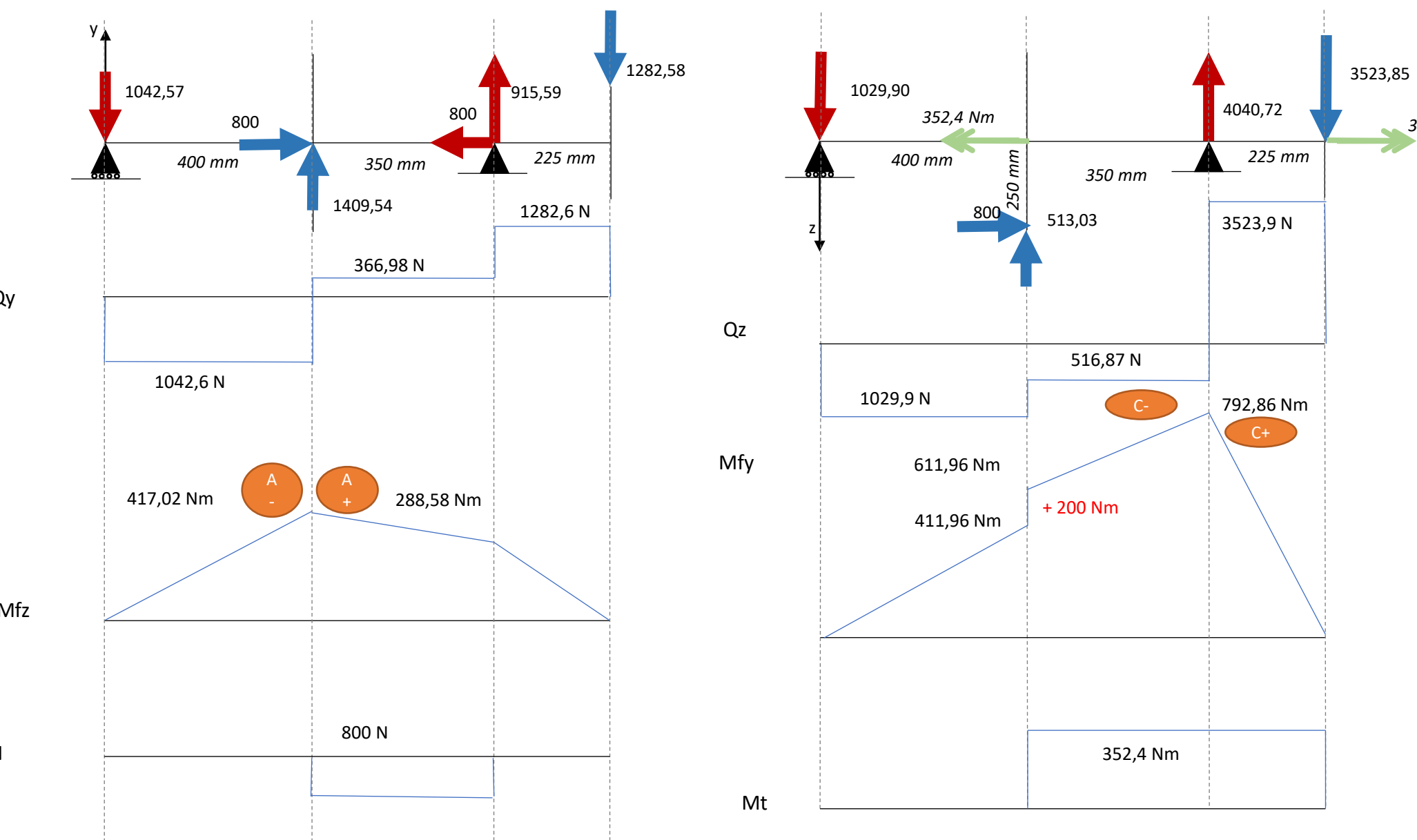
d) Desenhe os diagramas de normal, força cortante, momento fletor e momento torsor.



e) Determine o ponto crítico



e) Determine o ponto crítico



	A-	A+	C-	C+
N	0	800	800	0
Mfz	417,02	417,02	288,58	288,58
Mfy	411,96	611,96	792,86	792,86
Mf _{res}	586,19	740,54	843,75	843,75
Qy	1042,6	366,98	366,98	1282,6
Qz	1029,9	516,87	516,87	3523,9
Q _{res}	1465,5	633,90	633,90	3750,1
Mt	0	352,4	352,4	352,4

e) Determine o ponto crítico

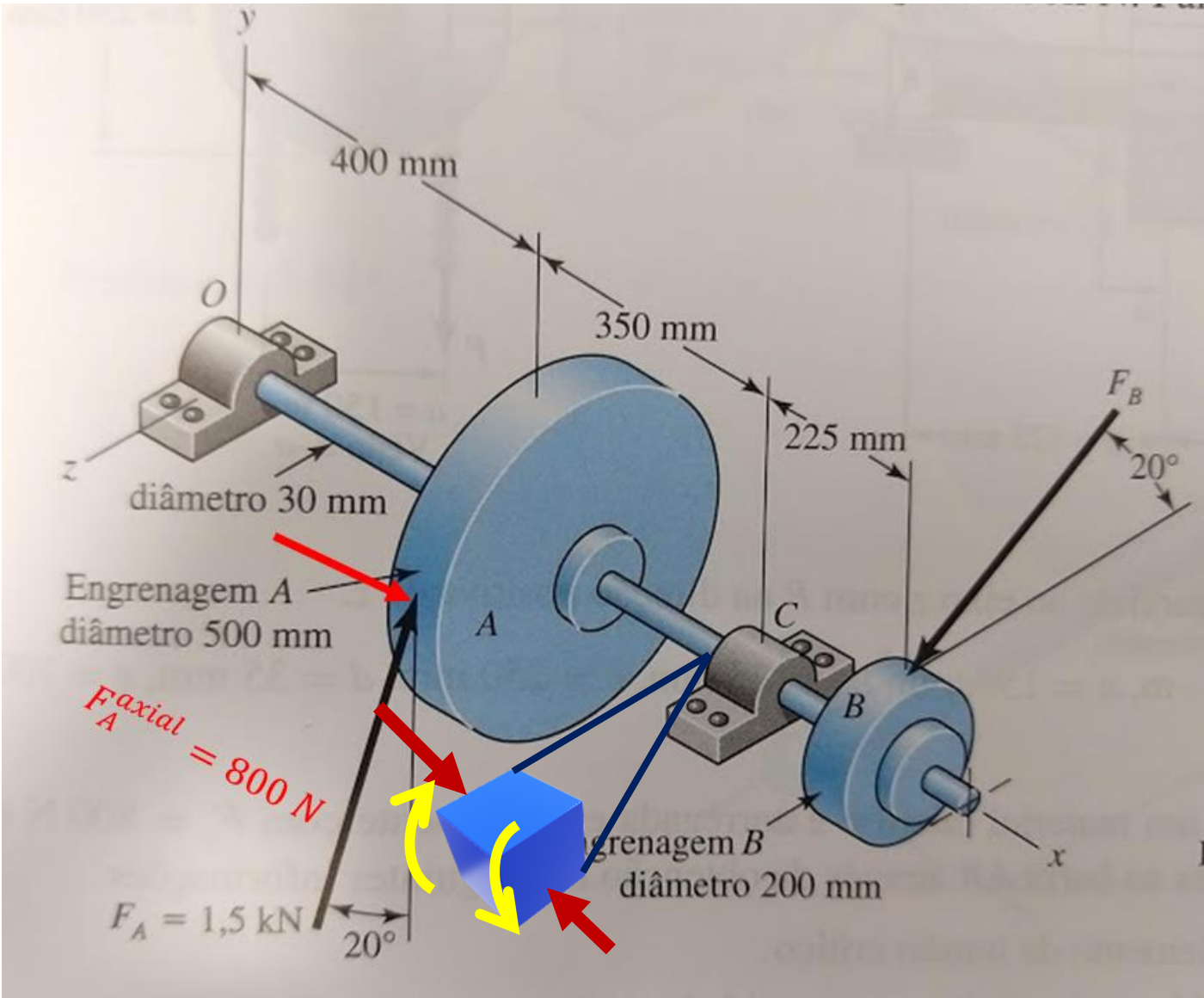
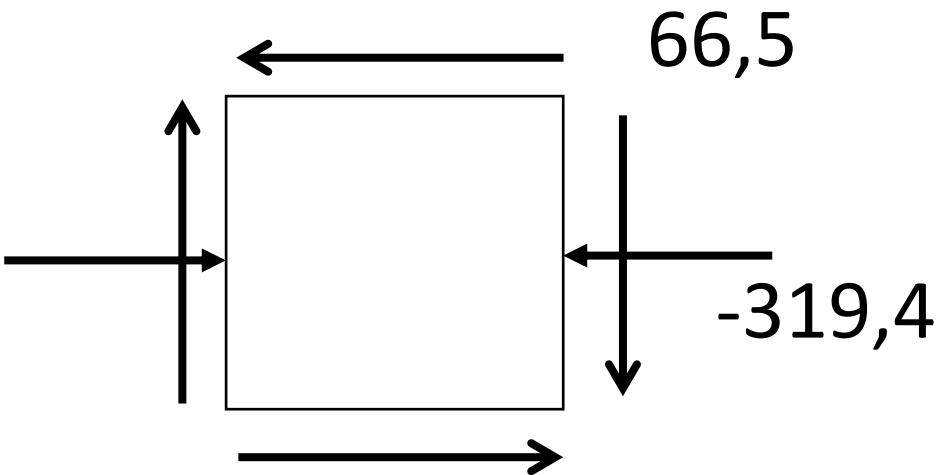
d = 30 mm

	A-	A+	★ C-	C+
$A = \frac{\pi d^2}{4}$	?			
$Wf = \frac{\pi d^3}{32}$				
$Wt = \frac{\pi d^3}{16}$	?			
$\sigma_N = \frac{N}{A}$				
$\sigma_f = \frac{Mf}{Wf}$	?			
$\sigma = \sigma_N + \sigma_f$				
$\tau_Q = \frac{4Q}{3A}$				
$\tau_t = \frac{Mt}{Wt}$				

	A-	A+	C-	C+
N	0	800	800	0
Mfz	417,02	417,02	288,58	288,58
Mfy	411,96	611,96	792,86	792,86
Mf _{res}	586,19	740,54	843,75	843,75
Qy	1042,6	366,98	366,98	1282,6
Qz	1029,9	516,87	516,87	3523,9
Q _{res}	1465,5	633,90	633,90	3750,1
Mt	0	352,4	352,4	352,4

f) No ponto crítico, determine as tensões principais, e a máxima tensão de cisalhamento.

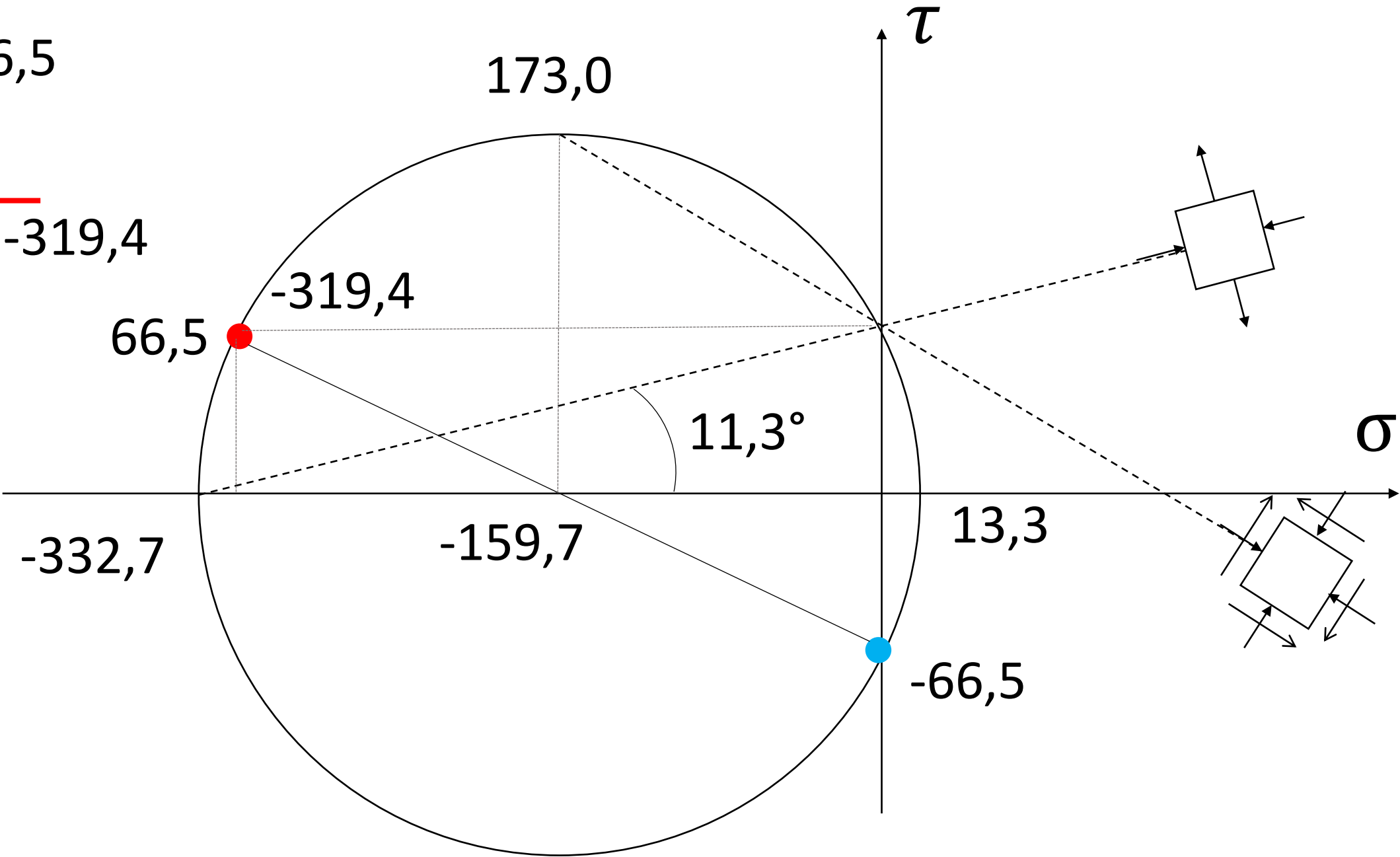
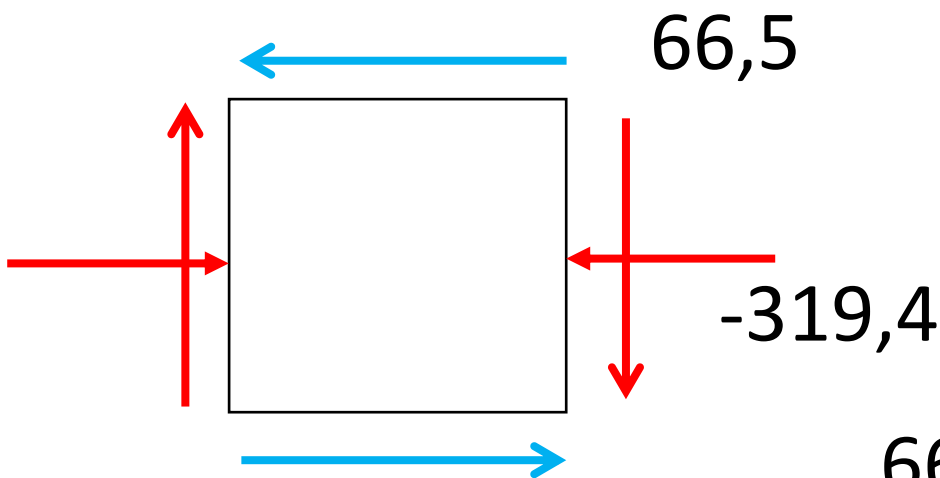
C-	
σ	-319,4
τ_t	66,5



$\sigma_{med} = \frac{\sigma}{2}$	
$\tau_{maximo} = \sqrt{\sigma_{med}^2 + \tau_t^2}$	
$\sigma_1 = \sigma_{med} + \tau_{maximo}$	
$\sigma_2 = \sigma_{med} - \tau_{maximo}$	
$\alpha = \frac{\arcsin\left(\frac{\tau_t}{\tau_{maximo}}\right)}{2}$	

g) Desenhe o circulo de Mohr para o ponto crítico. Determine a direção em que atuam as tensões principais. Desenhar o elemento infinitesimal.

C-	
σ	-319,4
τ_t	66,5



$\sigma_{med} = \frac{\sigma}{2}$	-159,7
$\tau_{maximo} = \sqrt{\sigma_{med}^2 + \tau_t^2}$	173,0
$\sigma_1 = \sigma_{med} + \tau_{maximo}$	13,3
$\sigma_2 = \sigma_{med} - \tau_{maximo}$	-332,7
$\alpha = \frac{\arcsin\left(\frac{\tau_t}{\tau_{maximo}}\right)}{2}$	11,3°

g) Determine o coeficiente de segurança para os critérios de falha de máxima tensão normal, máxima tensão de cisalhamento (TRESCA) e máxima energia de distorção (MISES).

C-	
σ	-319,4
τ_t	66,5

$$\sigma_{adm} = 390\text{ MPa}$$

$$\sigma_{tresca} = 2\tau_{maximo} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$$

$$\sigma_{tresca} = 346\text{ MPa}$$

$$CS_{tresca} = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_{tresca}} = 1,12$$

$\sigma_{med} = \frac{\sigma}{2}$	-159,7
$\tau_{maximo} = \sqrt{\sigma_{med}^2 + \tau_t^2}$	173,0
$\sigma_1 = \sigma_{med} + \tau_{maximo}$	13,3
$\sigma_2 = \sigma_{med} - \tau_{maximo}$	-332,7
$\alpha = \frac{\arcsin\left(\frac{\tau_t}{\tau_{maximo}}\right)}{2}$	11,3°

$$\sigma_{mises} = \sqrt{(\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_2 + \sigma_2^2)} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma_{mises} = 339,56\text{ MPa}$$

$$CS_{mises} = 1,14$$

FIM!