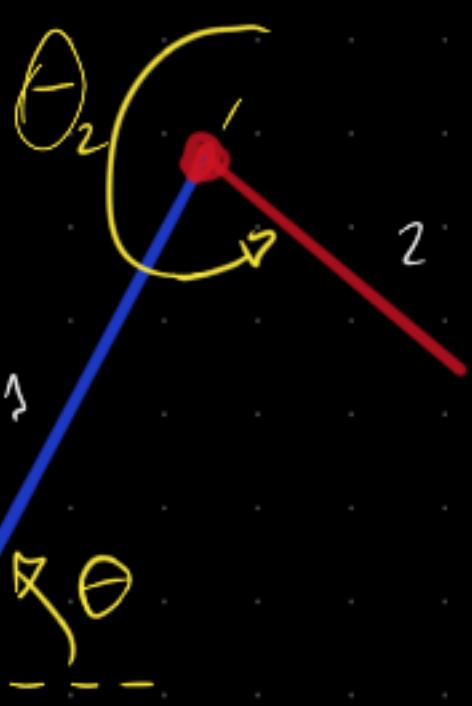
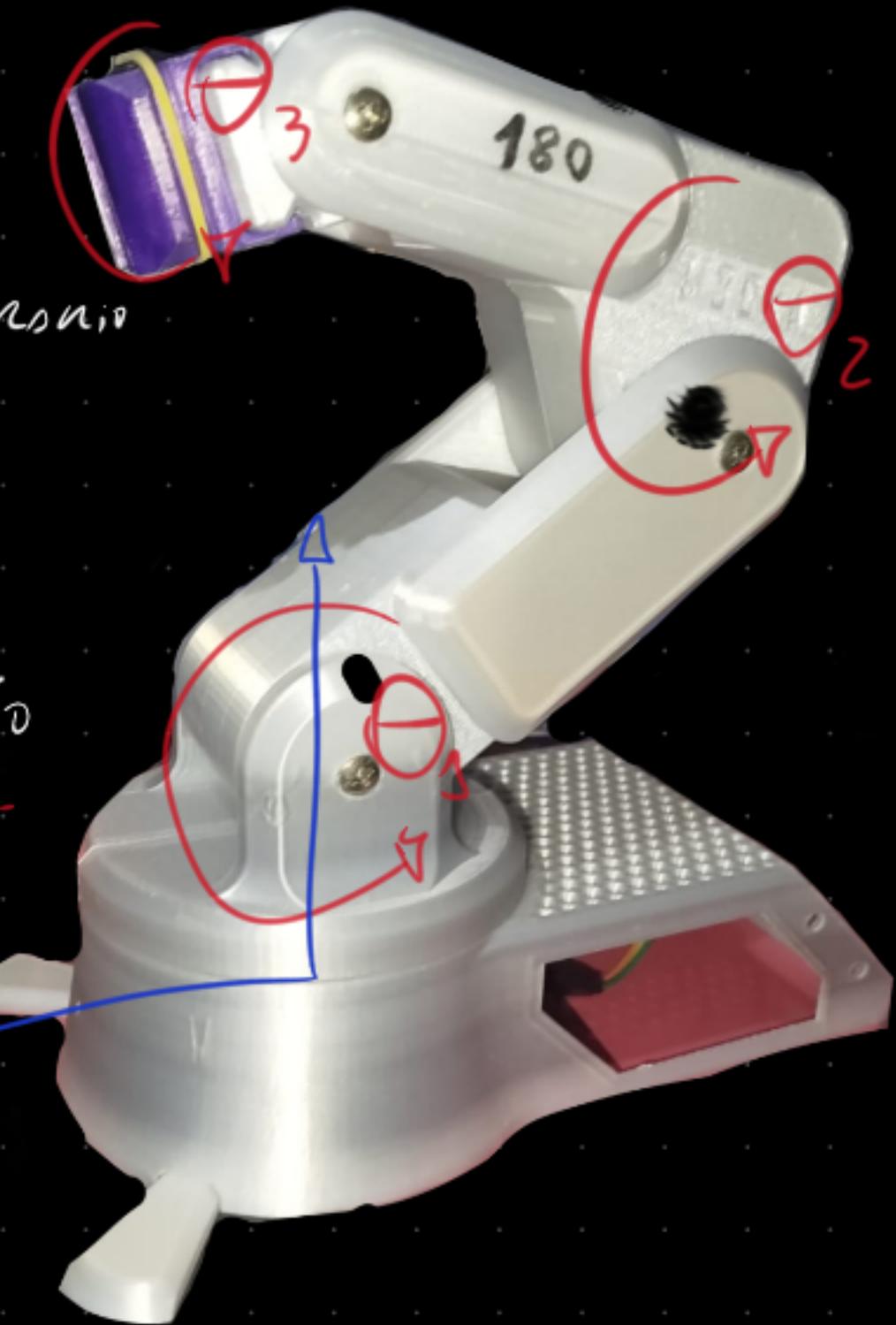


Cinematica inversa braço planar de 3 gnos de liberdade

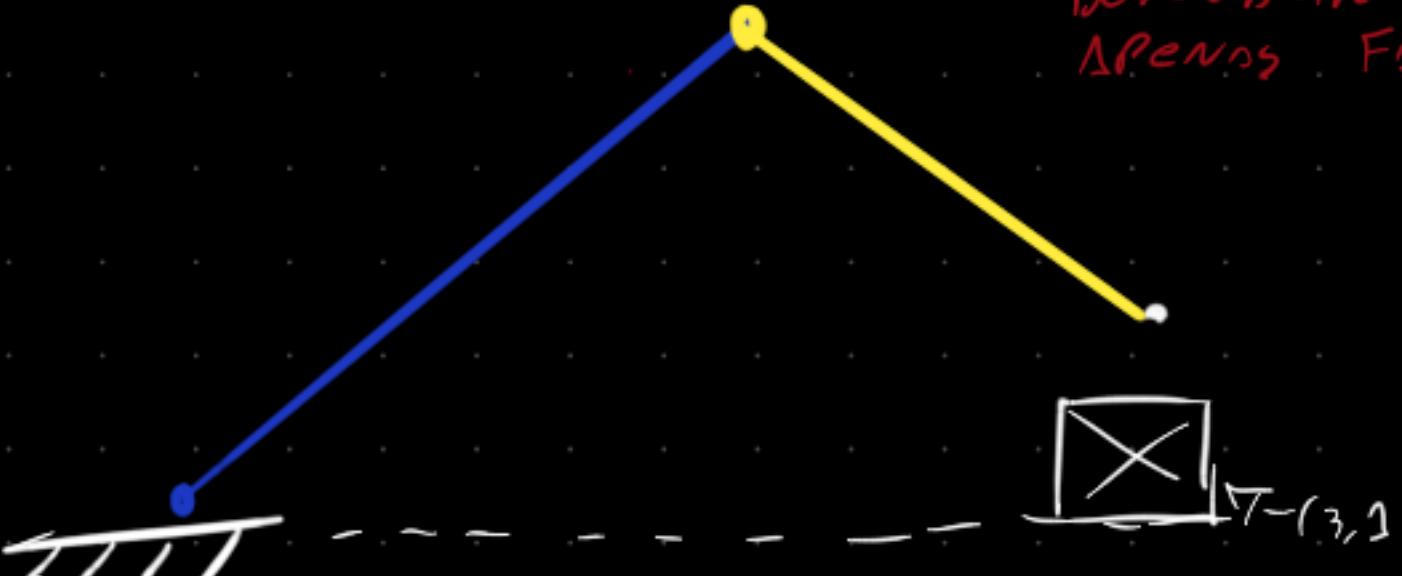


(3, 1)

Obs: Todos os THETAS São
Positivos no sentido anti-horário

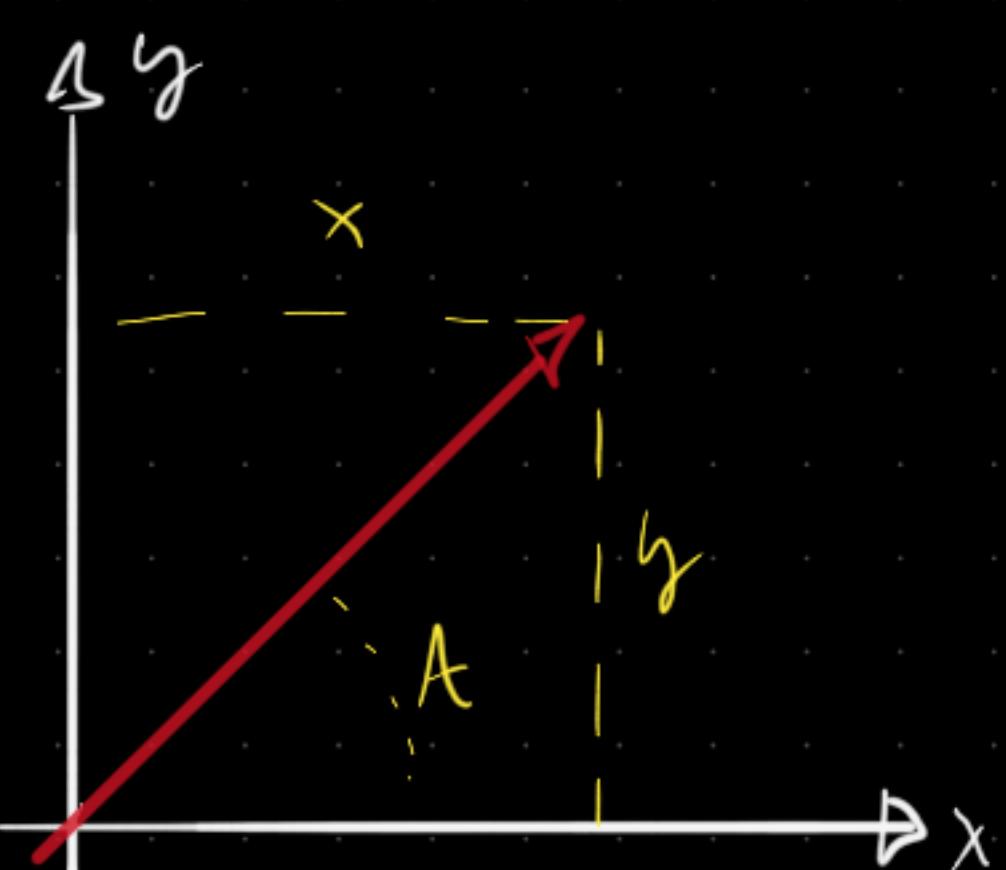


Agora imagine que temos um objeto no ponto
sendo um TRABALHO ENORME FICAR ESCRE-
VENDO ANGULO POR ANGULO EM TODOS
OS SERVOS PARA FAZER ISSO, ENTRO
COM A CINEMATICA INVERSA É POSSIVEL
DESCOBRIR O ANGULO DE TODOS OS THETAS
APENAS FAZENDO O VALOR DE X E Y



Para calcular o ANGULO de A UTILIZAMOS
O ARCTANGENTE DE Y SOBRE X

$$A = \text{ARCTAN} \left(\frac{y}{x} \right)$$

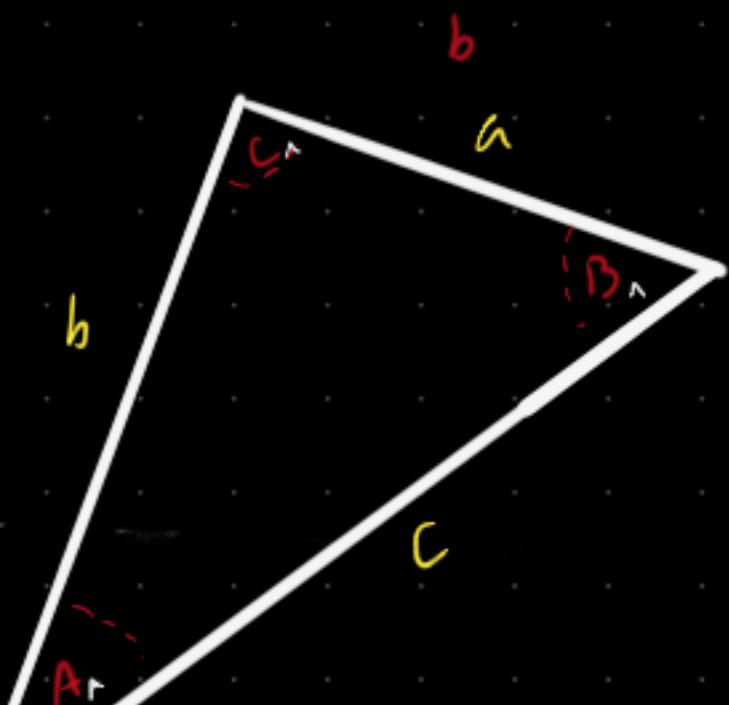
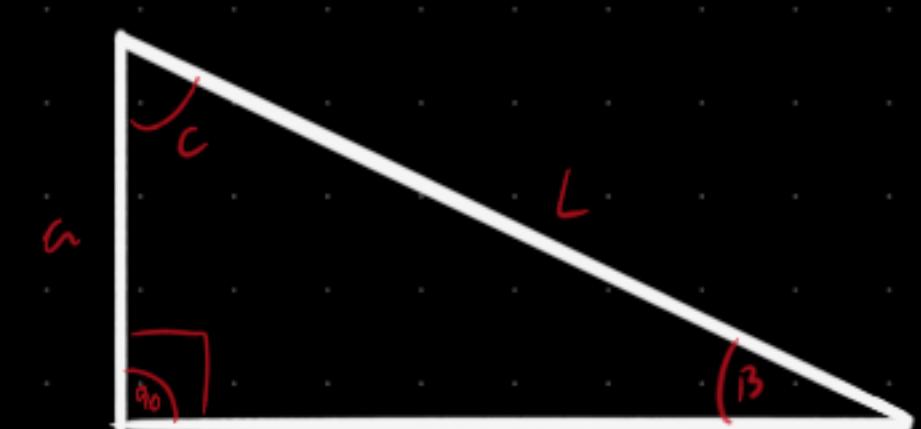


A SEGUNDA COISA QUE PRECISAMOS É SOBRE CALCULAR
ANGULO DE UM TRIANGULO RETANGULO

$$L = \sqrt{a^2 + b^2}; B = \text{ARCOSEN} \left(\frac{a}{b} \right); C = \text{ARCOSEN} \left(\frac{b}{a} \right)$$

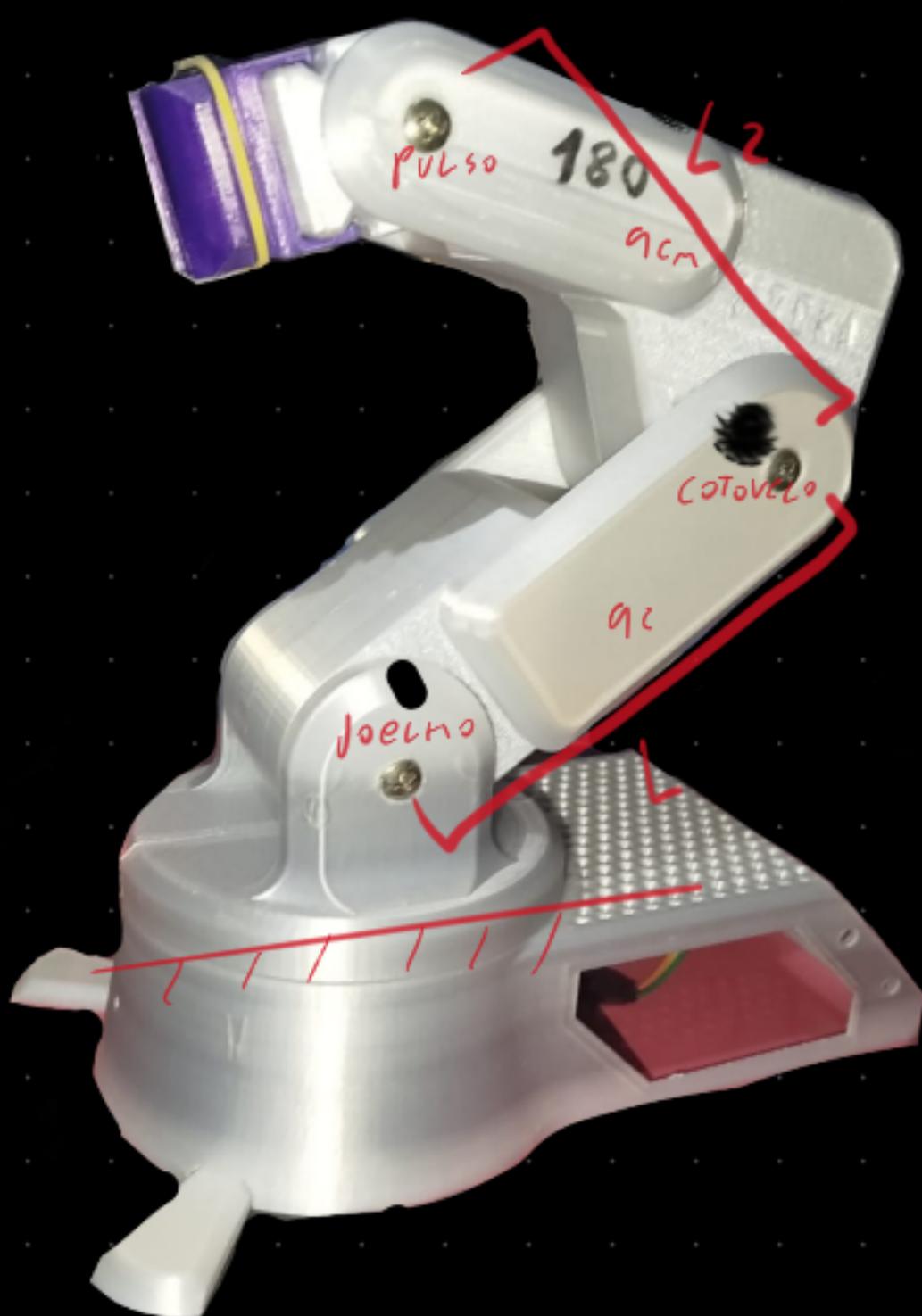
A TERCEIRA COISA É SOBRE CALCULAR OS ANGULOS DE UM
TRIANGULO ONDE VOCÊ JÁ CONHECE OS COMPRIMENTOS A, B, C
 $C = \text{ARCCOS} \left(\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2 \cdot a \cdot b} \right); B = \text{ARCCOS} \left(\frac{b^2 + c^2 - a^2}{2 \cdot b \cdot c} \right),$

$$A = \text{ARCCOS} \left(\frac{c^2 + a^2 - b^2}{2 \cdot c \cdot a} \right)$$



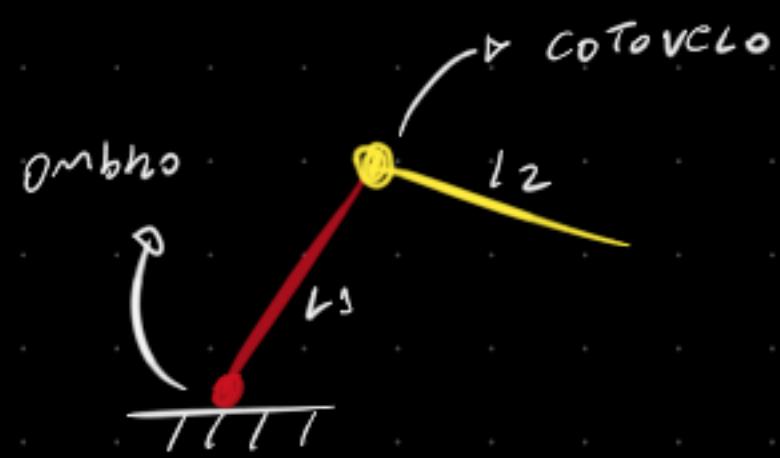
CONCEITOS IMPORTANTES, A DISTÂNCIA ENTRE L1 E L2
E DO CENTRO DO EIXO DO SERVO ATÉ O MVT
NESSE PRIMEIRO MOMENTO TEMOS TRABALHAR APENAS
COM 2 GRaus DE LIBERDADE (SERVO DO JOELHO C SERVO DO
SERVO DO COTOVelo).

QUANDO A CINEMATICA INVERSA EM (X, Y) ESTIVER FUNCIONANDO
BEM, ACIONAMOS O EIXO Z (EIXO DE NOTAÇÃO) E O PULSO.
A IDEIA É SEMPRE FICAR PARALELO AO CHÃO.



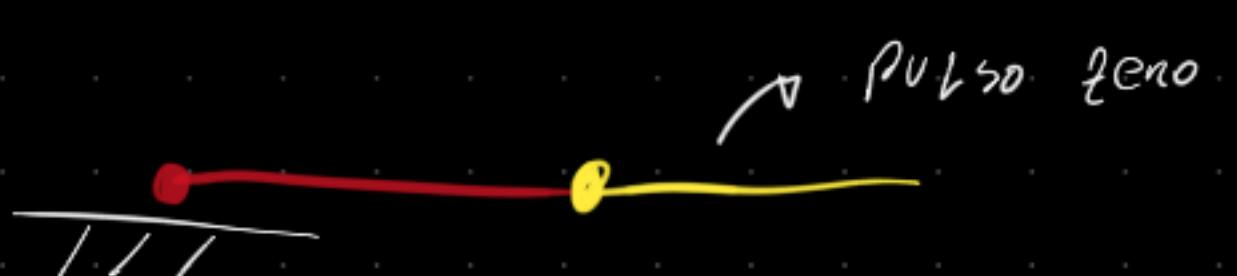
Modelo Físico do braço Tandem e Funcionamento

- O braço consiste em 2 elos L_1 e L_2 ambos com 9 cm
- Ombro: rotação em relação à base
- Cotovelo: retocação entre os dois eixos



Nesse primeiro momento vou utilizar apenas 2 eixos de liberdade (x, y), futuramente integrar o eixo e o pulso

• A primeira coisa a se fazer é a calibração do servos com o seu pulso máximo, mínimo e pulso zero que é quando o braço fica paralelo ao chão



, pulso mínimo e angulação mínima das articulações dos servos e pulso max e angulação máxima das articulações

→ Obs: Tive MUITOS problemas por não ter feito a calibração do pulso no projeto

• Funcionamento do programa, digitar dois valores no scara (x, y) e o braço se movimenta até lá

Exemplo

$$\begin{aligned} x &= 9 \text{ cm (Horizontal)} \\ y &= 9 \text{ cm (Vertical)} \end{aligned}$$

com esses valores o código tem que calcular a distância do ponto de origem até o ponto

$$d = \sqrt{9^2 + 9^2} = \sqrt{162} \approx 32,7 \text{ cm}$$

Vai no cálculo de cinemática inversa a ideia é essa

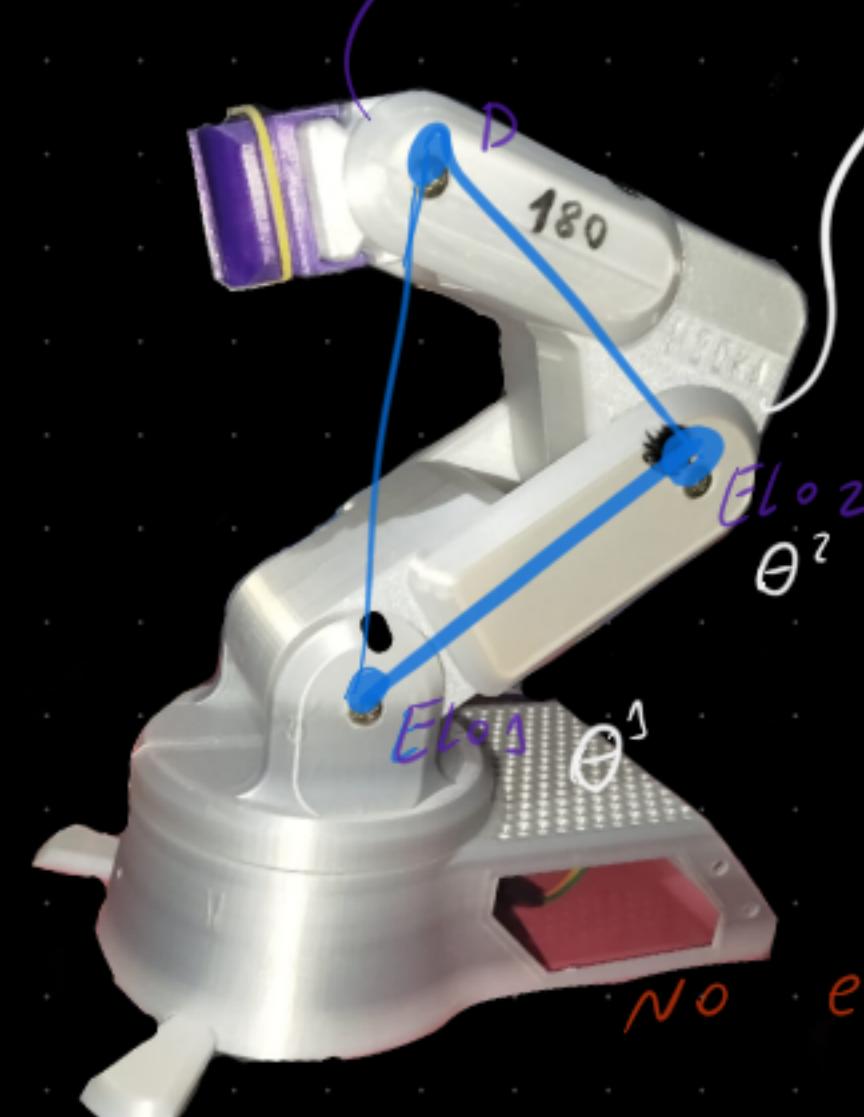
cacular qual ângulo o ombro e cotovelo tem que ficar para alcançar esse ponto (x, y)

A ideia principal é formar um triângulo com o ponto do braço (D), elo 2 e o elo 1

o ponto D no cálculo assume o valor do ponto de objetivo (x, y) = $d = \sqrt{x^2 + y^2}$

O centro do elo é marcado a partir do centro do servo

E para calcular o ângulo do cotovelo (θ_2) utiliza a lei dos cossenos

$$\cos(\theta_2) = \frac{d^2 - L_1^2 - L_2^2}{2L_1L_2}$$


A lei dos cossenos serve para resolver triângulos não retângulos permitindo calcular um ângulo ou um lado a partir dos medidas conhecidas

direcção para sacar

o ângulo de θ_2

No exemplo

$$\cos(\theta_2) = \frac{162 - 81 - 81}{2 \cdot 9 \cdot 9} = 0 ; \theta_2 = \arccos(0) = 90^\circ$$

o ângulo do cotovelo = 90°

ALGORÍMO PARA CALCULAR O ANGULO DO OMBRO (θ_1)

A primeira coisa é ditar o ANGULO em RELAÇÃO ao eixo X

$$\text{ARCTAN } Z(y, x) = \text{ARCTAN } Z(9, 9) = 45^\circ$$

E CALCULAR A CORREÇÃO do segundo elo

$$\text{ARCTAN } Z(L_2 \cdot \sin \theta_2, L_1 + L_2 \cdot \cos \theta_2)$$

$$\theta_3 = 45^\circ - 45^\circ = 0 \quad \text{Logo no exemplo o ombro FICA ALINHADO com}$$

o eixo HORIZONTAL

Ombro 0°

Antebraço 90°

com os valores em mísos é só converter para

PULSO PWM e o braço vai ATÉ o PONTO

