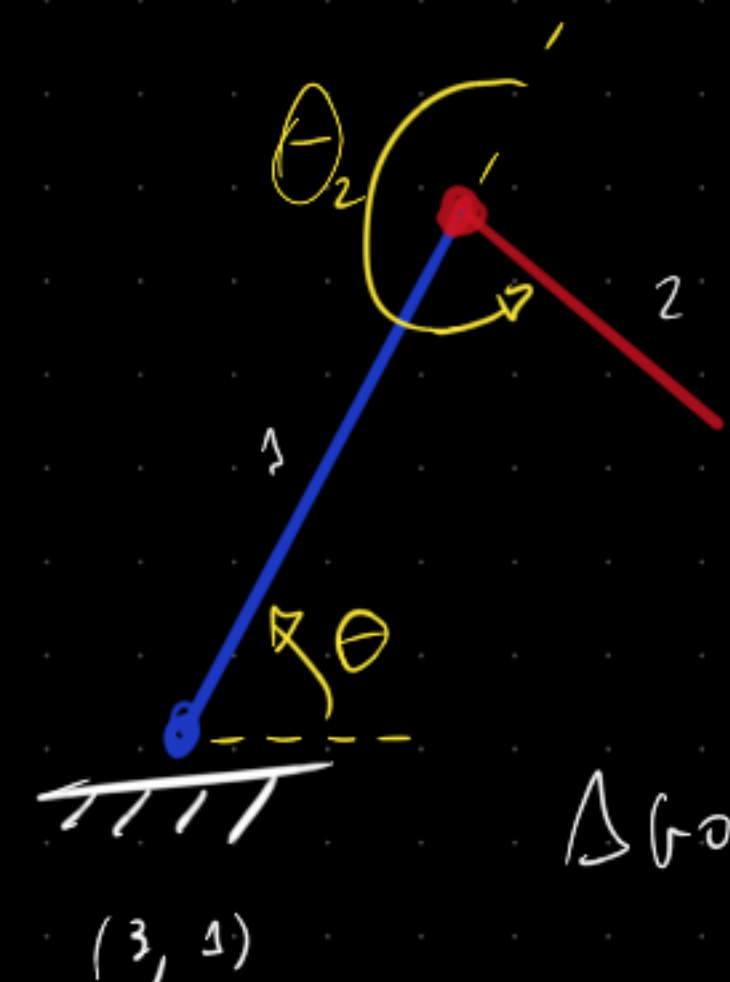
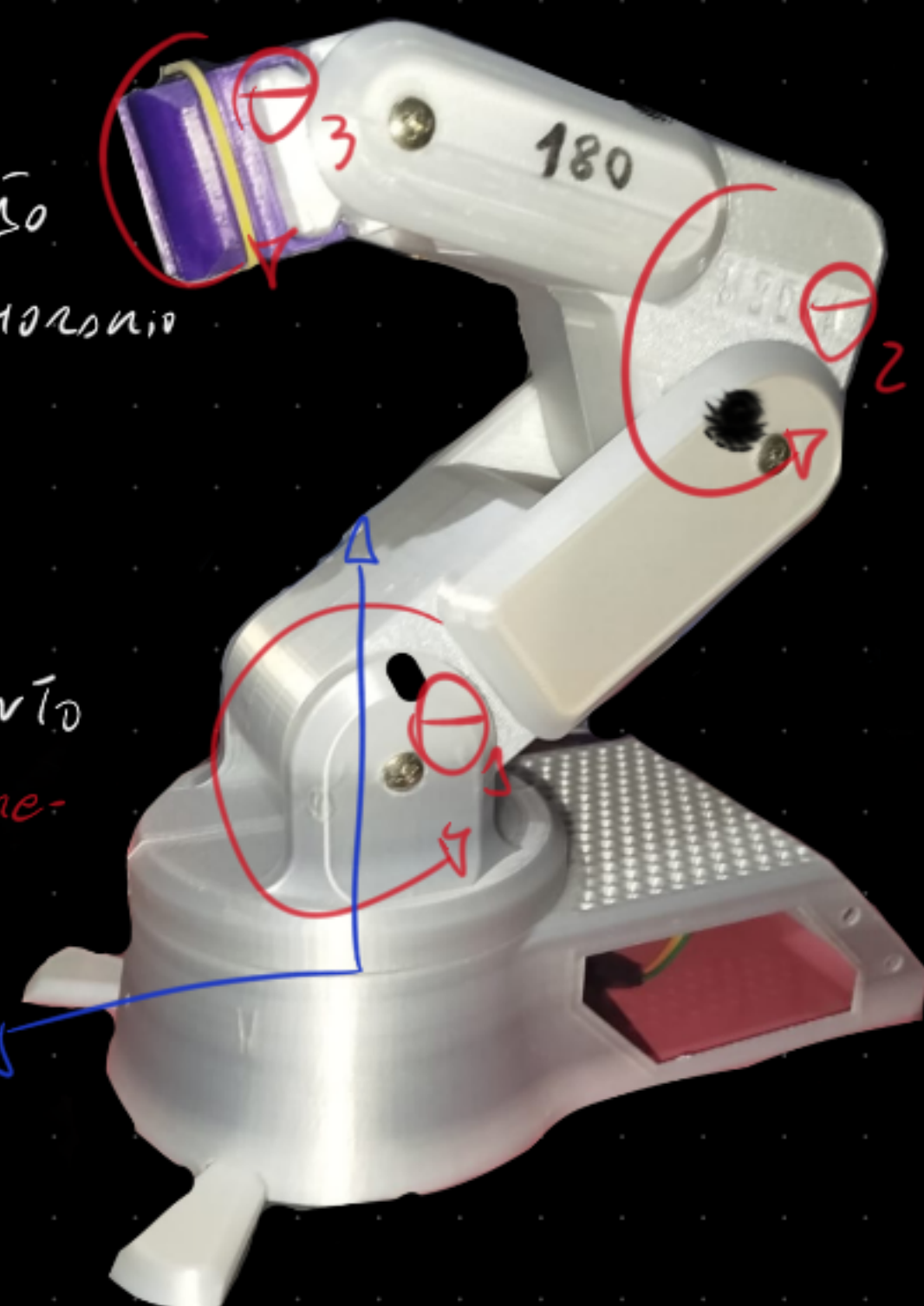


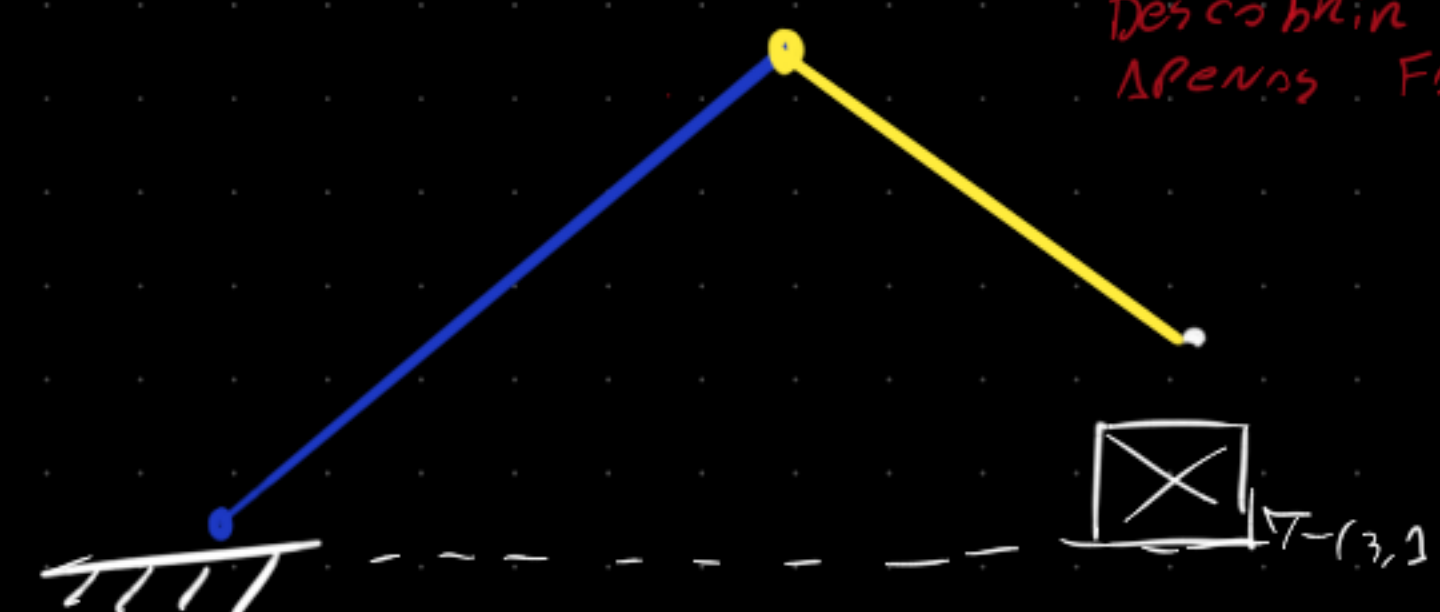
CINEMÁTICA INVERSA BRANCO PLANO de 3 Graus de Liberdade



Obs: Todos os THETAS são Posit, vos no sentido ANTI-Horário

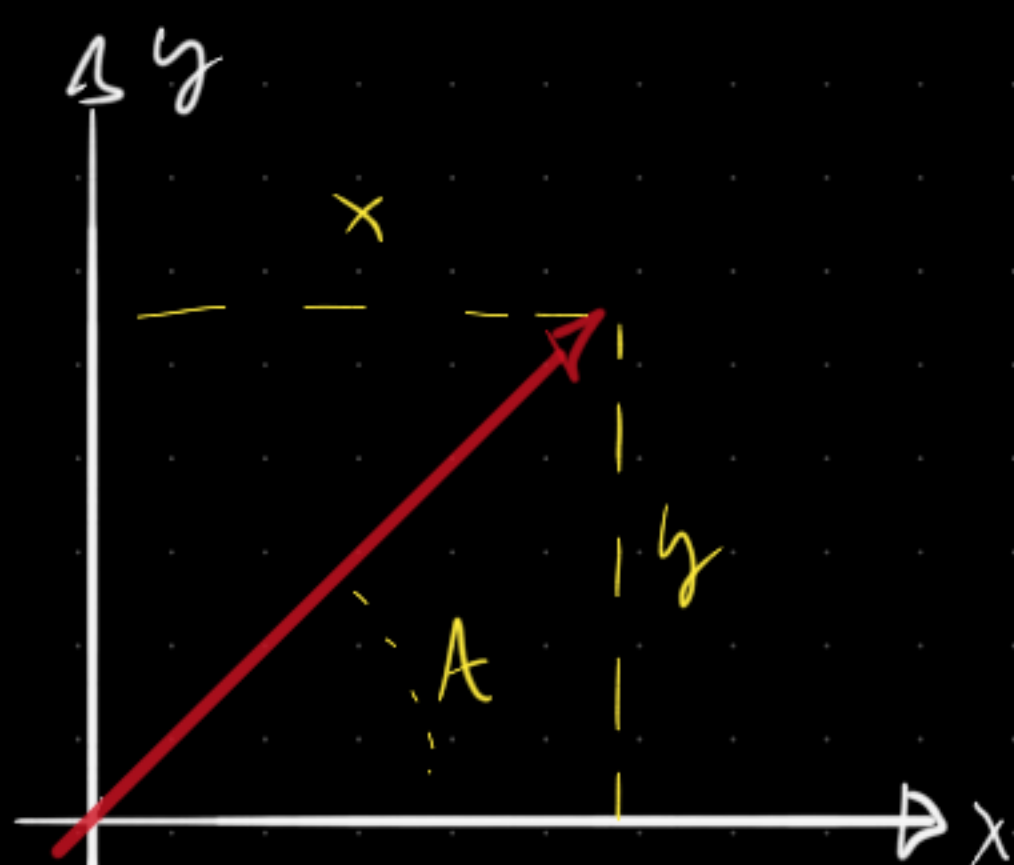


Agora imagine que temos um objeto no ponto seria um Trabalho enorme Ficar escrevendo ANGULO por ANGULO em Todos os servos Para fazer isso, então com a cinemática inversa é possível Descobrir o ANGULO de Todos os THETAS Apenas Fazendo o valor de x e y



Para calcular o ANGULO de A Utilizamos o Arcotangente de y sobre x

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



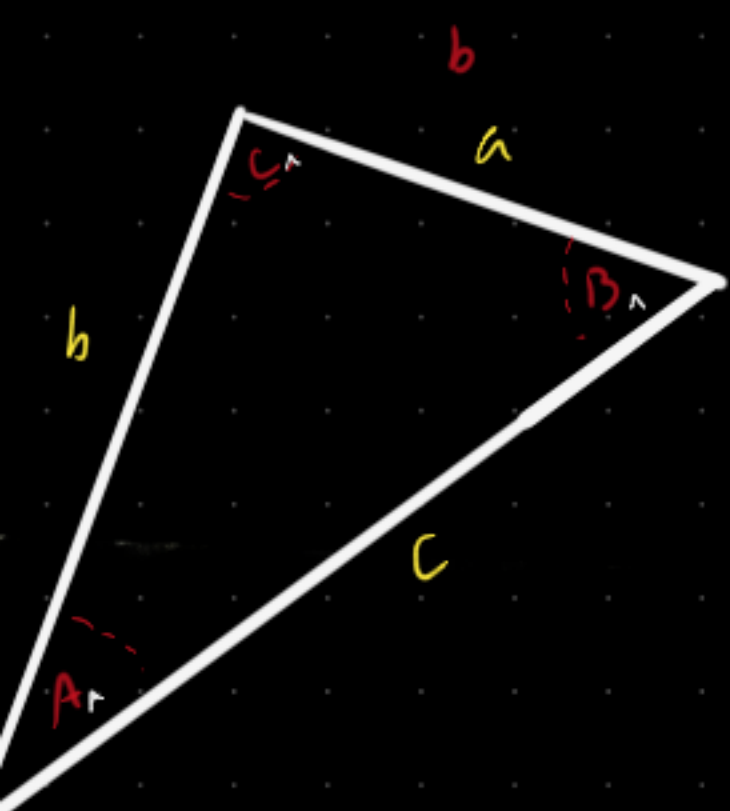
A segunda coisa que precisamos é saber calcular o ANGULO de um Triângulo Retângulo

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

A terceira coisa é saber calcular os ANGULO de um Triângulo onde voce já conhece os comprimentos a, b, c

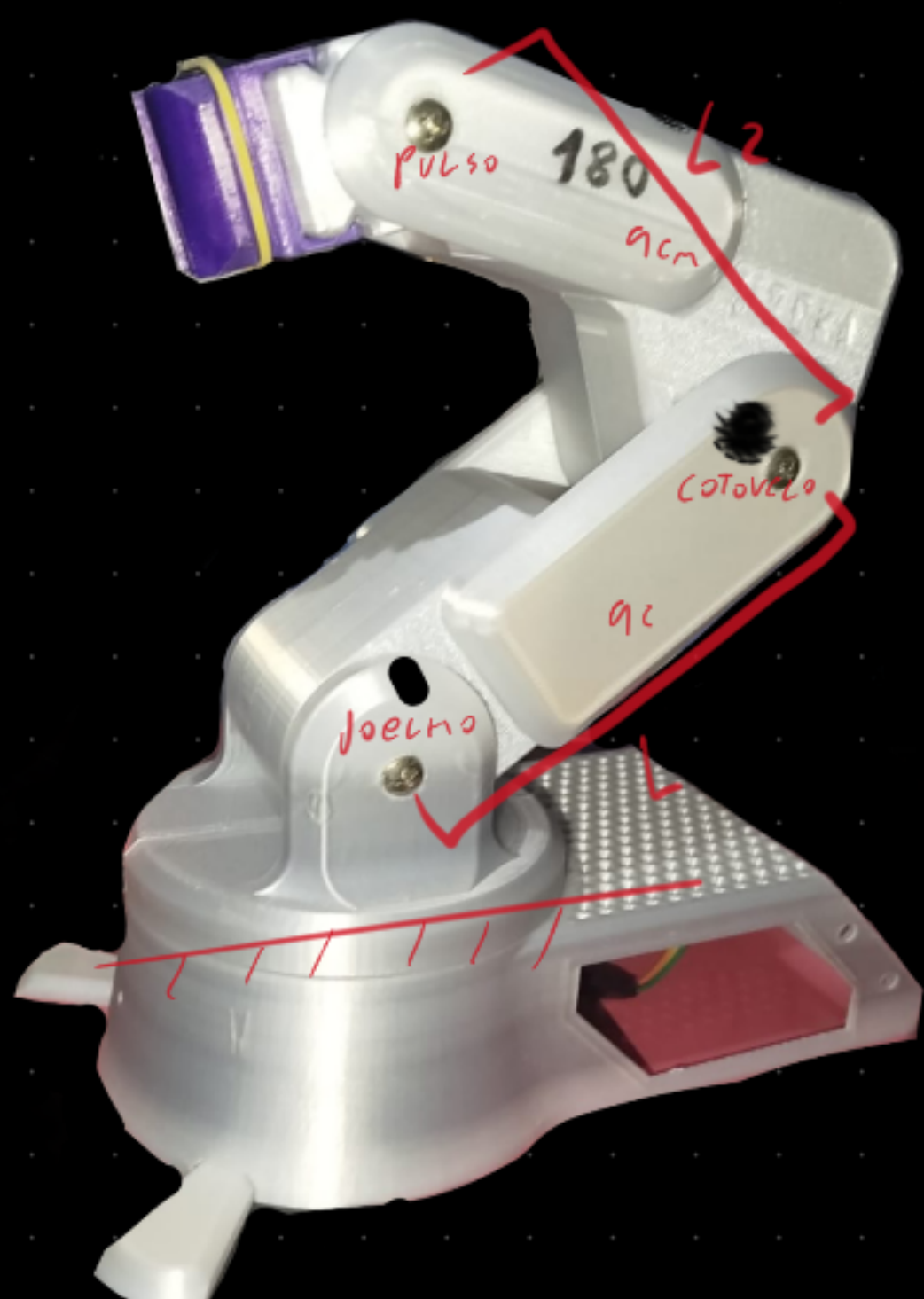
$$C = \text{Arccos} \left(\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2 \cdot a \cdot b} \right) ; B = \text{Arccos} \left(\frac{b^2 + c^2 - a^2}{2 \cdot b \cdot c} \right) ;$$

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



Conceitos importantes, A distância entre L_1 e L_2 e do centro do eixo do servo até o outro nesse primeiro momento iremos trabalhar apenas com 2 Graus de Liberdade (servo do Joelho e servo do Cotovelo).

Quando a cinemática inversa em (x, y) estiver funcionando bem, adicionaremos o eixo z (eixo de rotação) e o pulso. A ideia é sempre ficar paralelo ao chão

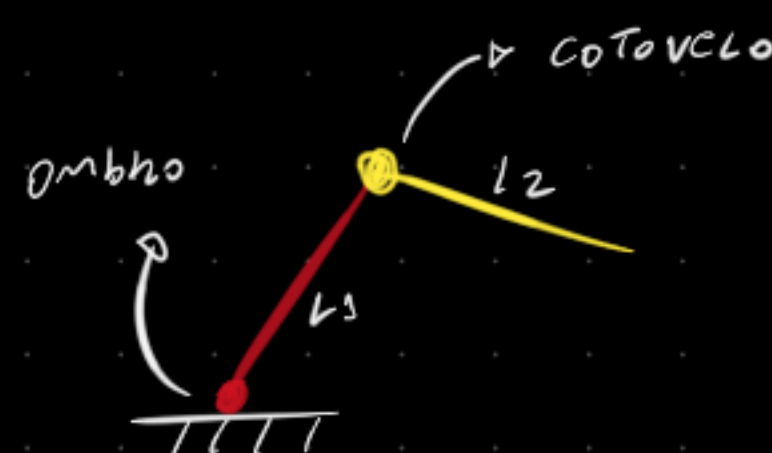


Modelo Físico do Braço Tamanho e Funcionamento

o braço consiste em 2 elos L_1 e L_2 ambos com 9 cm

ombro: rotação em relação a base

cotovelo: rotação entre os dois eixos



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

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

dos ângulos dos servos e pulso max a angulação máxima dos servos

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

o funcionamento do programa, digitar dois valores no serial (x, y) e o braço se movimentar até lá

Exemplo

$x = 9$ cm (horizontal)

$y = 9$ cm (vertical)

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

$$d = \sqrt{9^2 + 9^2} = \sqrt{162} \approx 12,72$$

$$D = \sqrt{x^2 + y^2}$$

na no cálculo de cinemática inversa a ideia é esse cálculo falar 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, 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) utilizei a lei dos cossenos

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

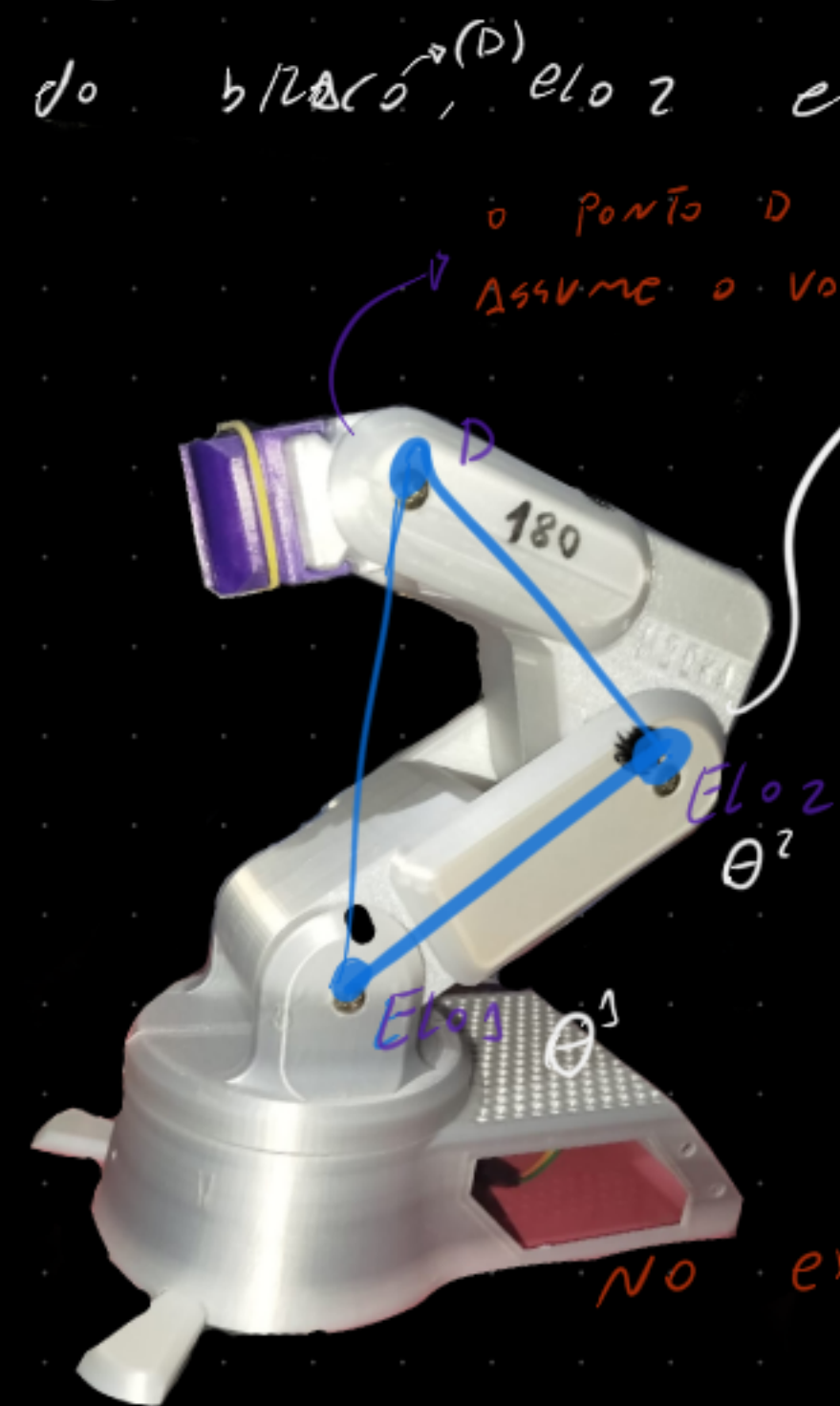
a lei dos cossenos serve para resolver triângulos não retângulos permitindo calcular um ângulo ou um lado a partir dos dados conhecidos

arccos para achar o ângulo de θ_2

no exemplo

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

o ângulo do cotovelo = 90°



Agora para calcular o ângulo do ombro (θ_1)

A primeira coisa é achar o ângulo em relação ao eixo x

$$\text{ARCTAN2}(y, x) = \text{ARCTAN2}(9, 9) = 45^\circ$$

É calcular a correção do segundo elo

$$\text{ARCTAN2}(L_2 \sin \theta_2, L_1 + L_2 \cos \theta_2)$$

$\theta_1 = 45^\circ - 45^\circ = 0$ Logo no exemplo o ombro fica alinhado com o eixo horizontal

o ombro 0°

o cotovelo 90°

