



ROBOT DELTA DE DOS GRADOS DE LIBERTAD PARA USO INDUSTRIAL

CARLOS EDUARDO FLORES RAMOS A01632811
CRISTÓBAL RODOLFO PADILLA ERAÑA A01635314
MARIO ANDRÉ CORONADO QUIEL A01637134
MISAELEN GERARDO CRUZ FLORES A01633322
SETH GAED PLANCARTE SILVA A01638066



RETO DEL SEMESTRE

Diseñar, construir y programar un robot delta pick-and-place de 2DOF

3 objetivos principales:

Área de trabajo
45x20cm

Implementar
cámara
Cognex

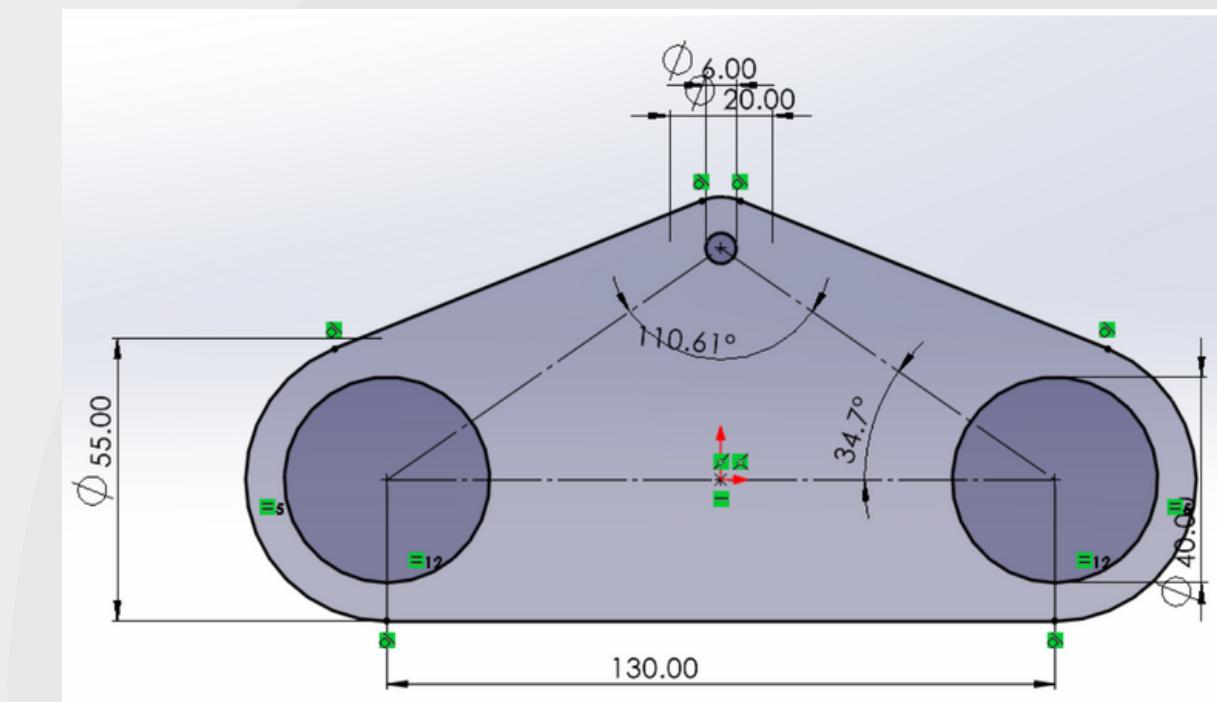
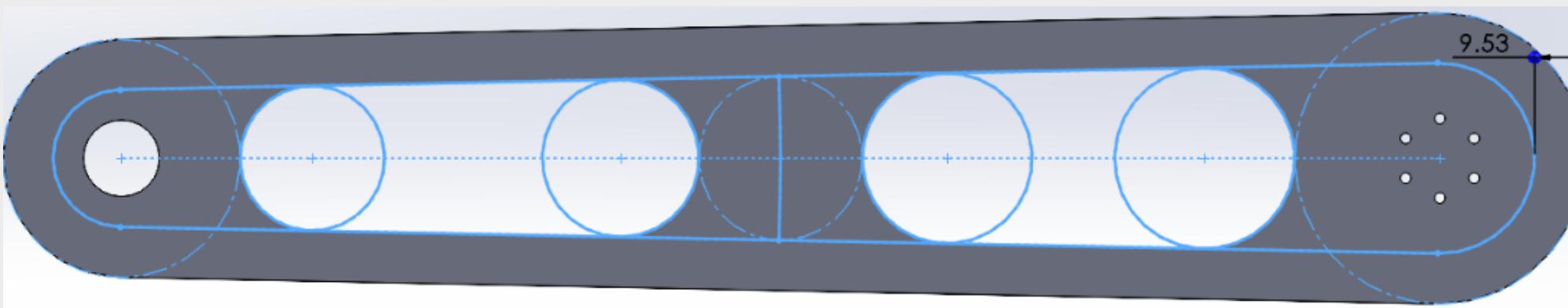
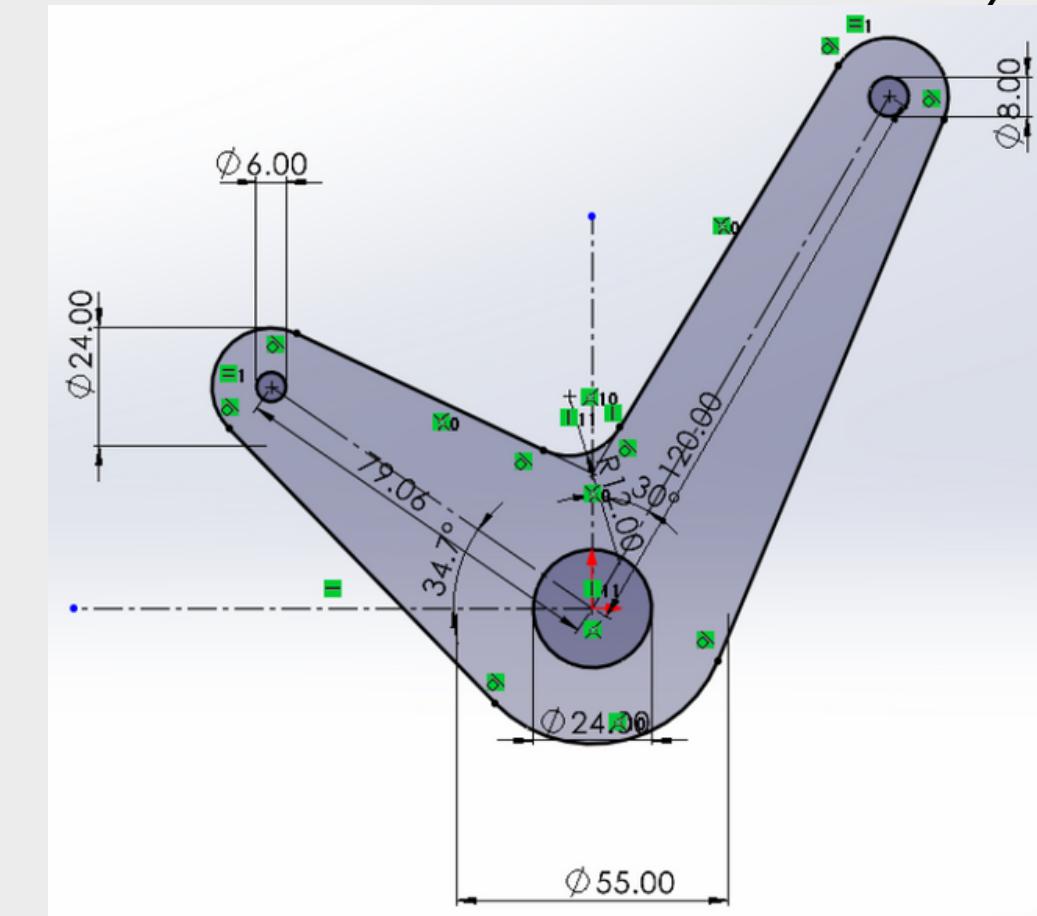
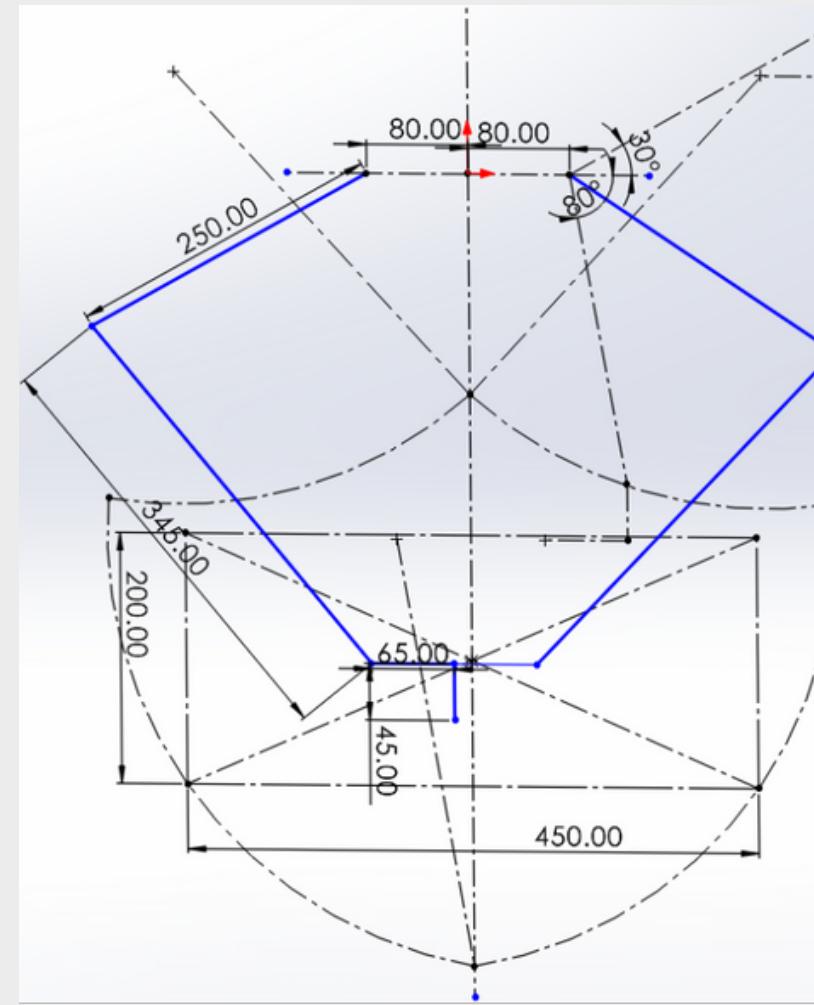
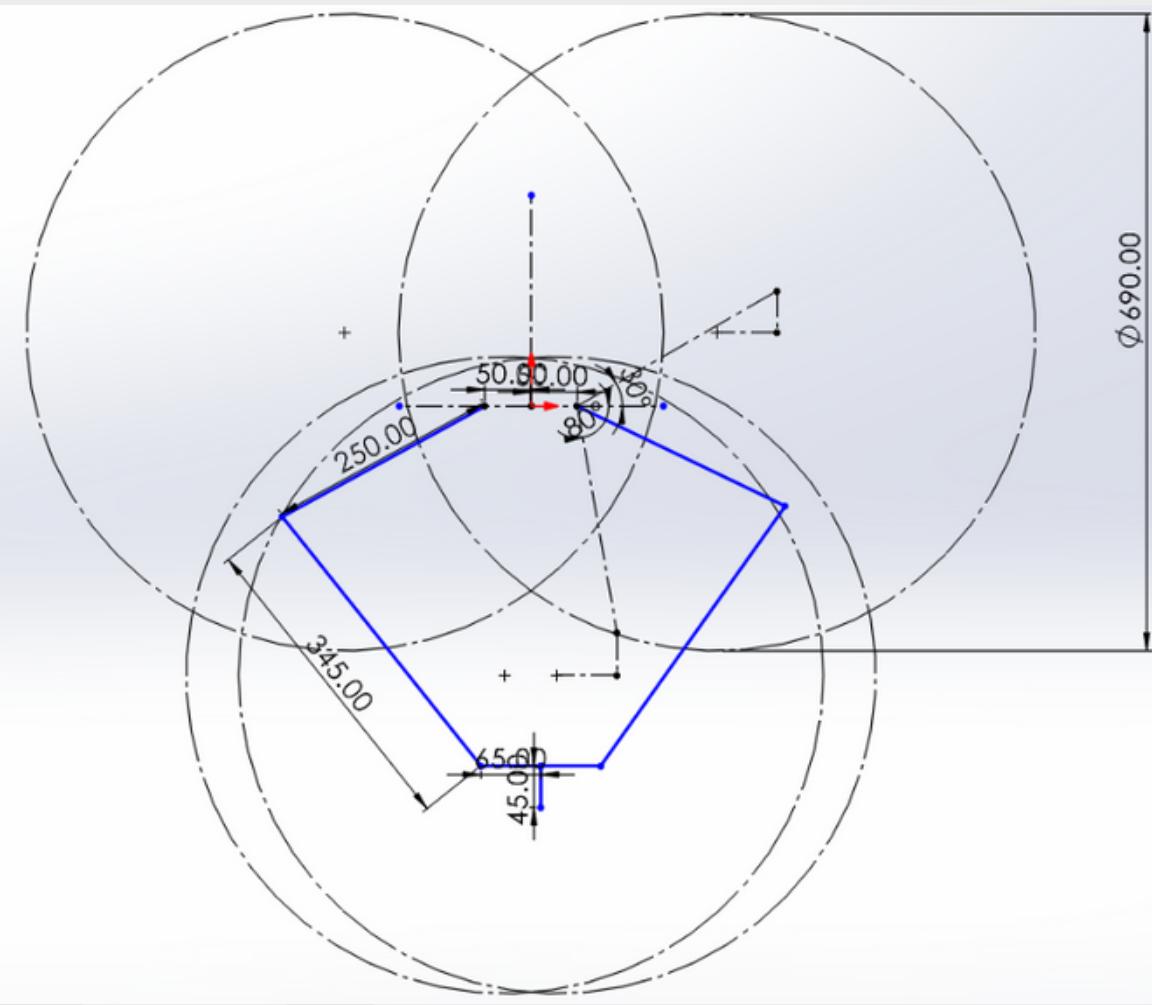
Adaptación a
celda de
manufactura



2.

PROCESO DE DISEÑO, MOVIMIENTOS Y ANÁLISIS

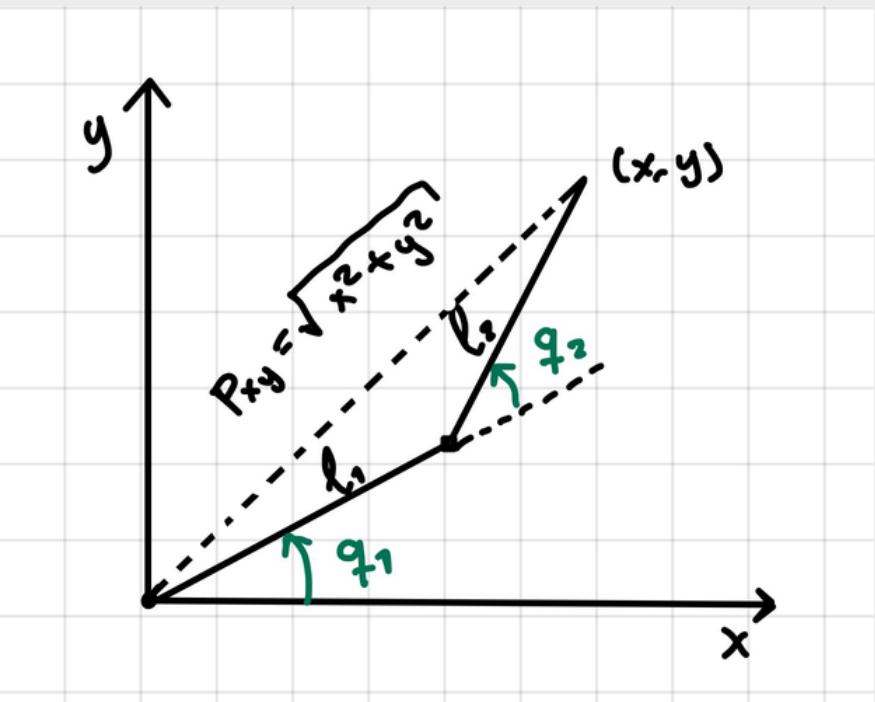
DISEÑO



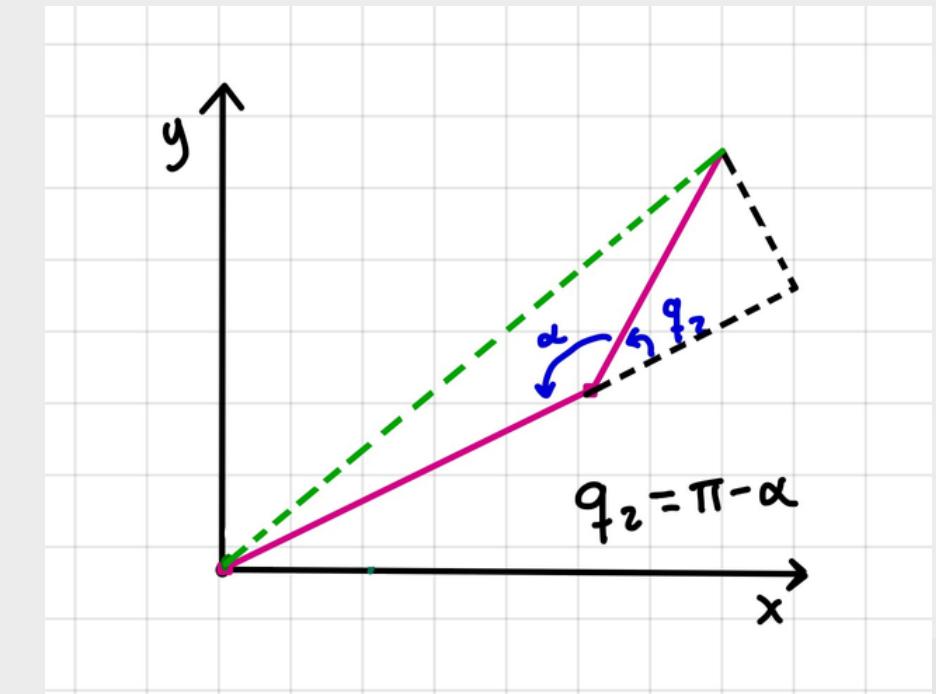
CINEMÁTICA INVERSA



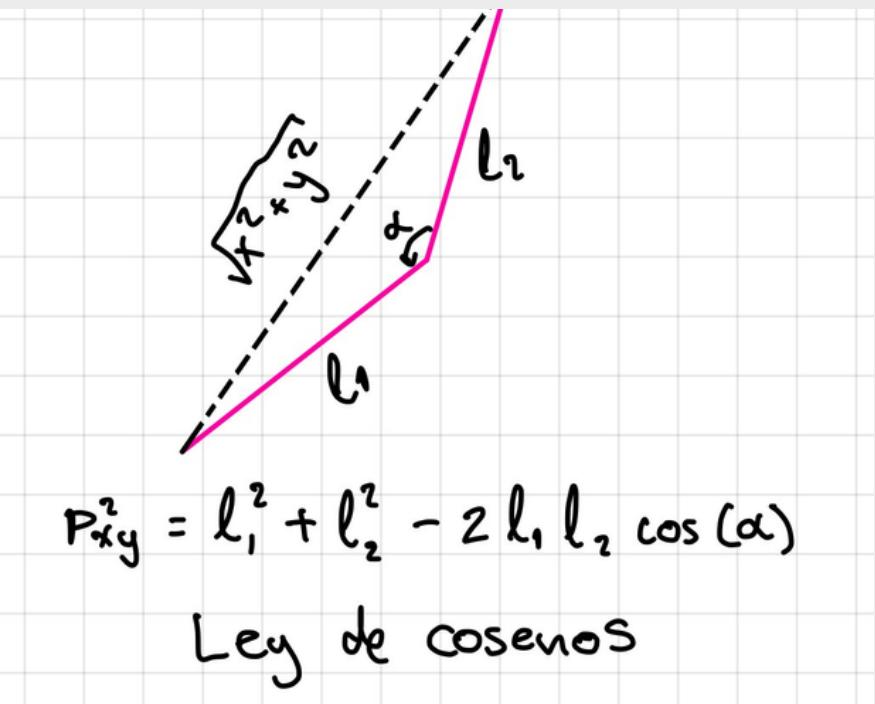
Modelo simplificado 2 GDL



Triángulos a analizar



Análisis de ángulos



Suposiciones algebráicas

$$\alpha = \pi - q_2$$
$$\cos(\pi - q_2) = -\cos(q_2)$$
$$P_{xy}^2 = l_1^2 + l_2^2 + 2l_1l_2 \cos(q_2)$$
$$\cos(q_2) = \frac{P_{xy}^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1l_2}$$
$$\cos(q_2) = \frac{x^2 + y^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1l_2} = 0$$

CINEMÁTICA INVERSA



Ecuaciones brazo derecho

$$x = x_0 + \frac{l_6}{2} - \frac{l_5}{2}$$

$$y = y_0 + Offset$$

$$D = \frac{x^2 + y^2 - l_1^2 - l_2^2}{2 \cdot l_1 \cdot l_2}$$

$$\theta_2 = \arctan\left(\frac{-\sqrt{1-D^2}}{D}\right)$$

$$\theta_1 = \arctan\left(\frac{y}{x}\right) - \arctan\left(\frac{l_2 \cdot \sin(\theta_2)}{l_1 + l_2 \cdot \cos(\theta_2)}\right)$$

l_1 = Longitud brazo superior

l_2 = Longitud de brazo inferior

l_5 = Distancia entre centros placa superior

l_6 = Distancia entre centros placa efector final

Ecuaciones brazo izquierdo

$$x = x_0 - \frac{l_6}{2} + \frac{l_5}{2}$$

$$y = y_0 + Offset$$

$$D = \frac{x^2 + y^2 - l_1^2 - l_2^2}{2 \cdot l_1 \cdot l_2}$$

$$\theta_2 = \arctan\left(\frac{\sqrt{1-D^2}}{D}\right)$$

$$\theta_1 = \arctan\left(\frac{y}{x}\right) - \arctan\left(\frac{l_2 \cdot \sin(\theta_2)}{l_1 - l_2 \cdot \cos(\theta_2)}\right)$$

CINEMÁTICA INVERSA



Transformaciones

$$R_z(\theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$T_z = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

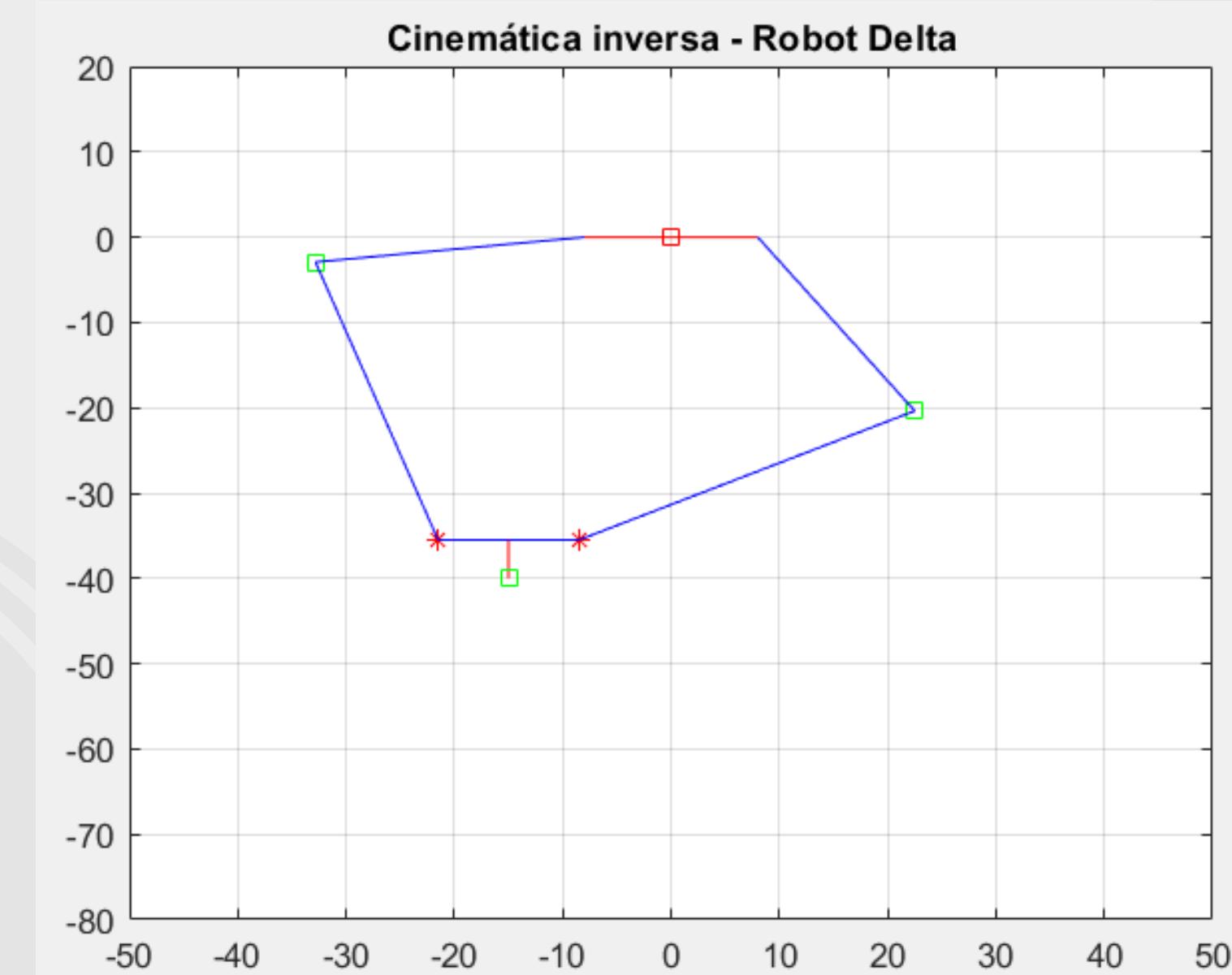
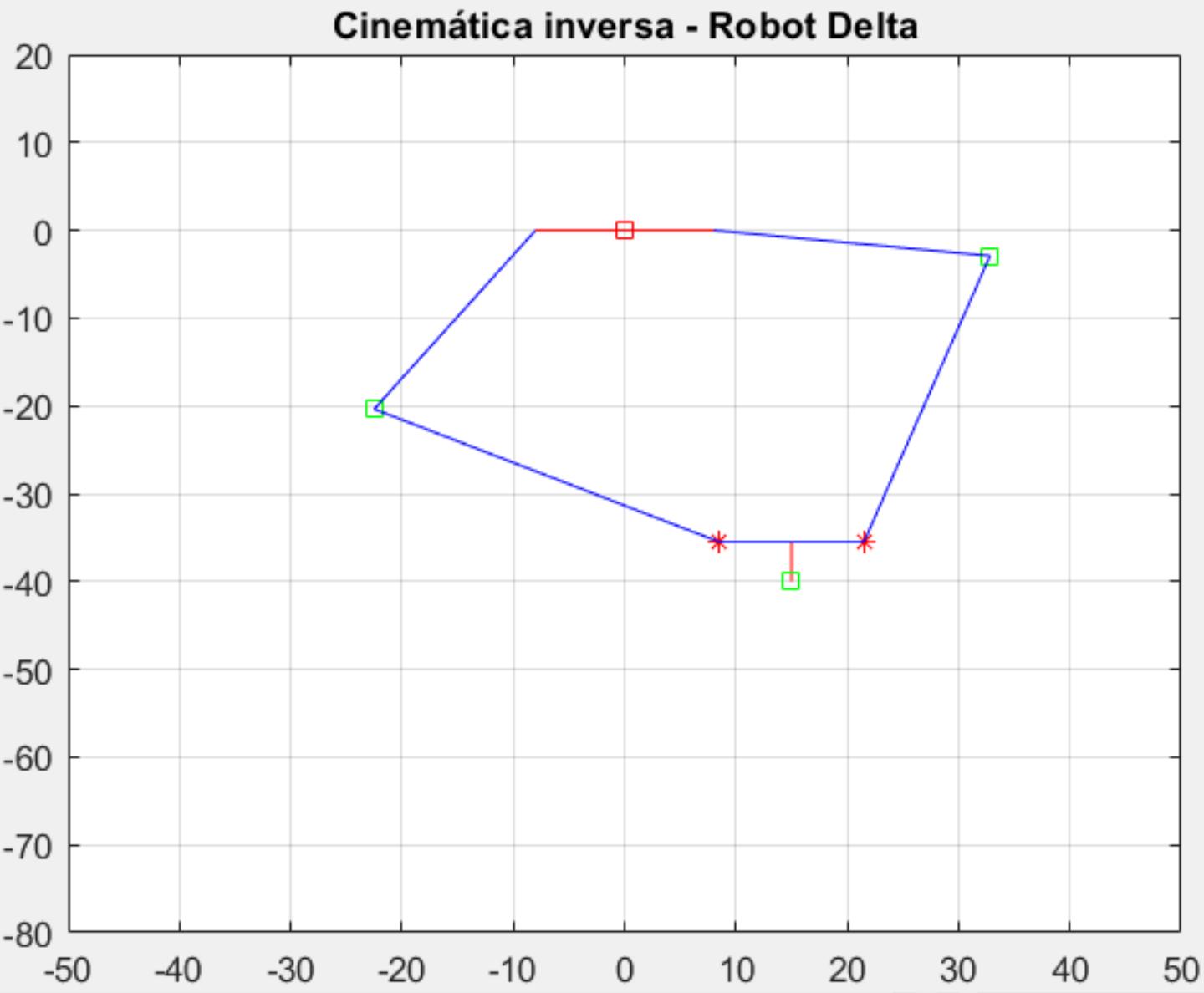
$$A_i = R_z \cdot T_z \cdot T_x \cdot R_x$$

$$R_x(\theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

CINEMÁTICA INVERSA



Simulación de movimiento MATLAB



ANÁLISIS DE ELEMENTO FINITO



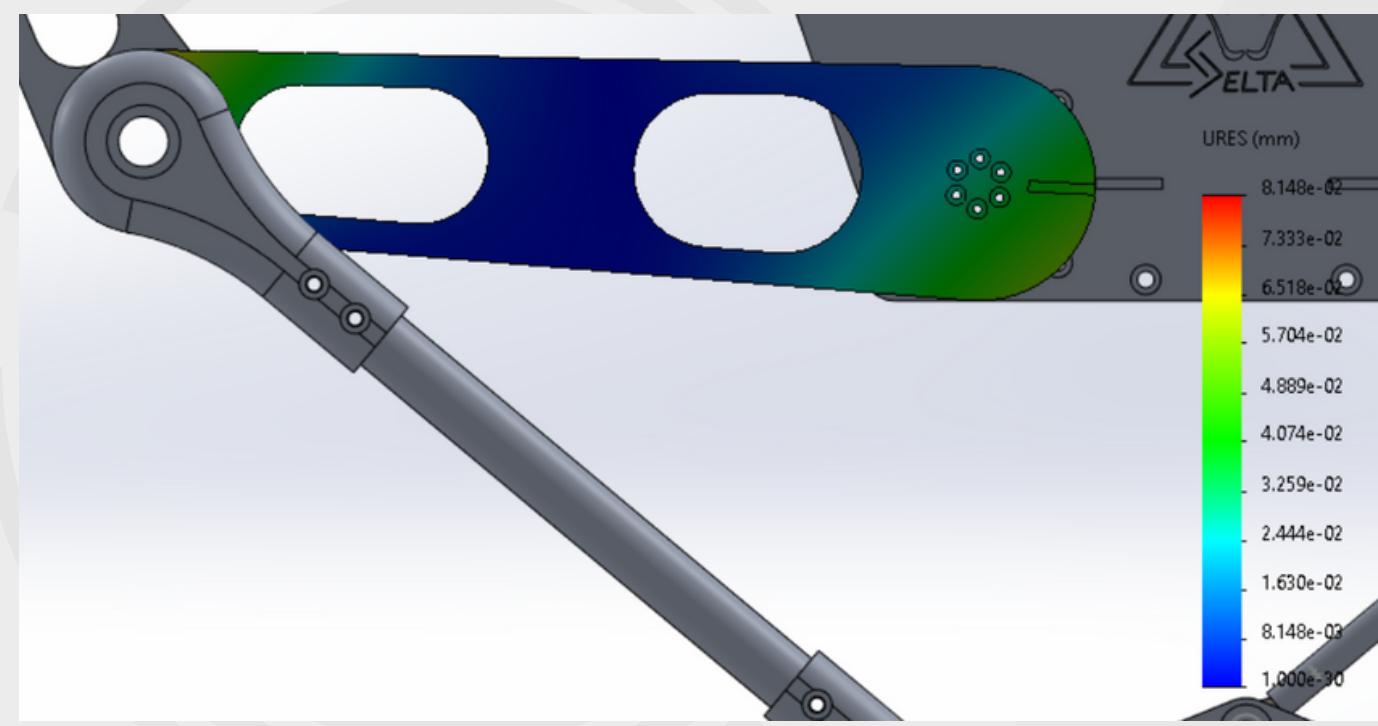
Fuerza lineal (fatiga)



Torque

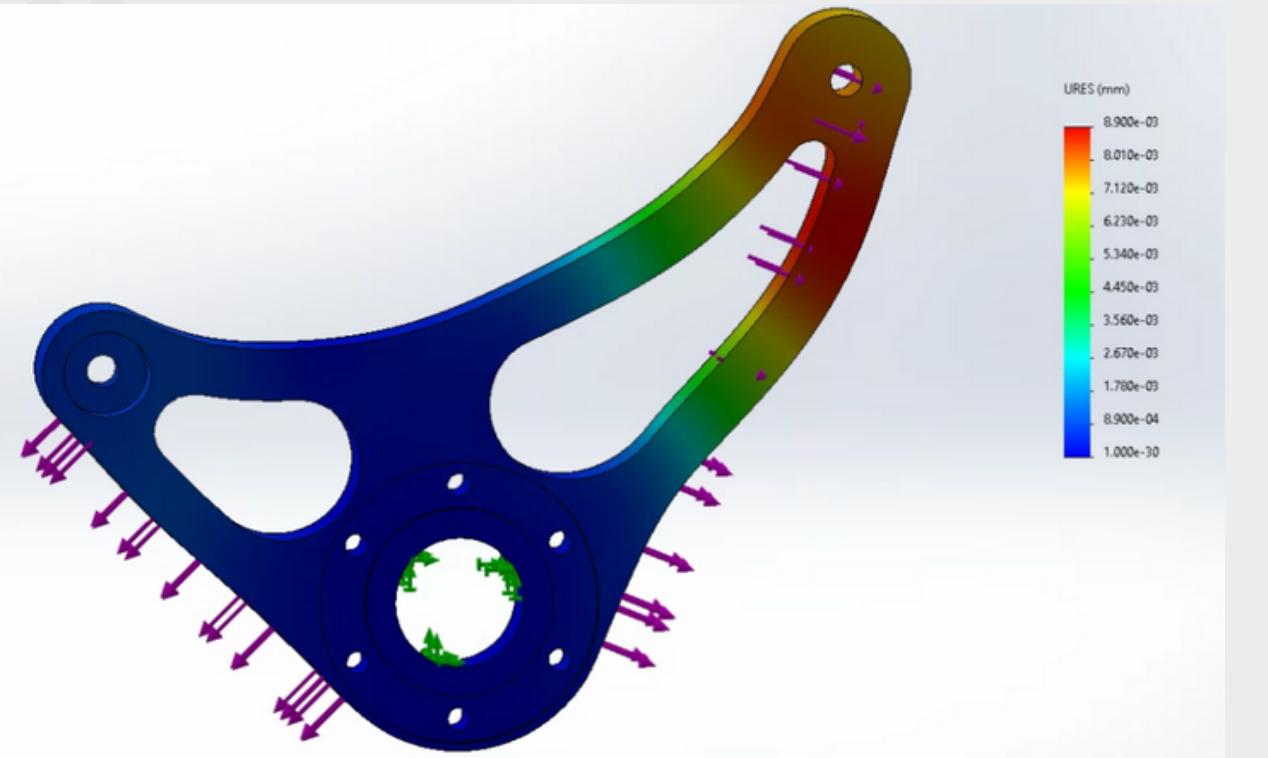


Deformación

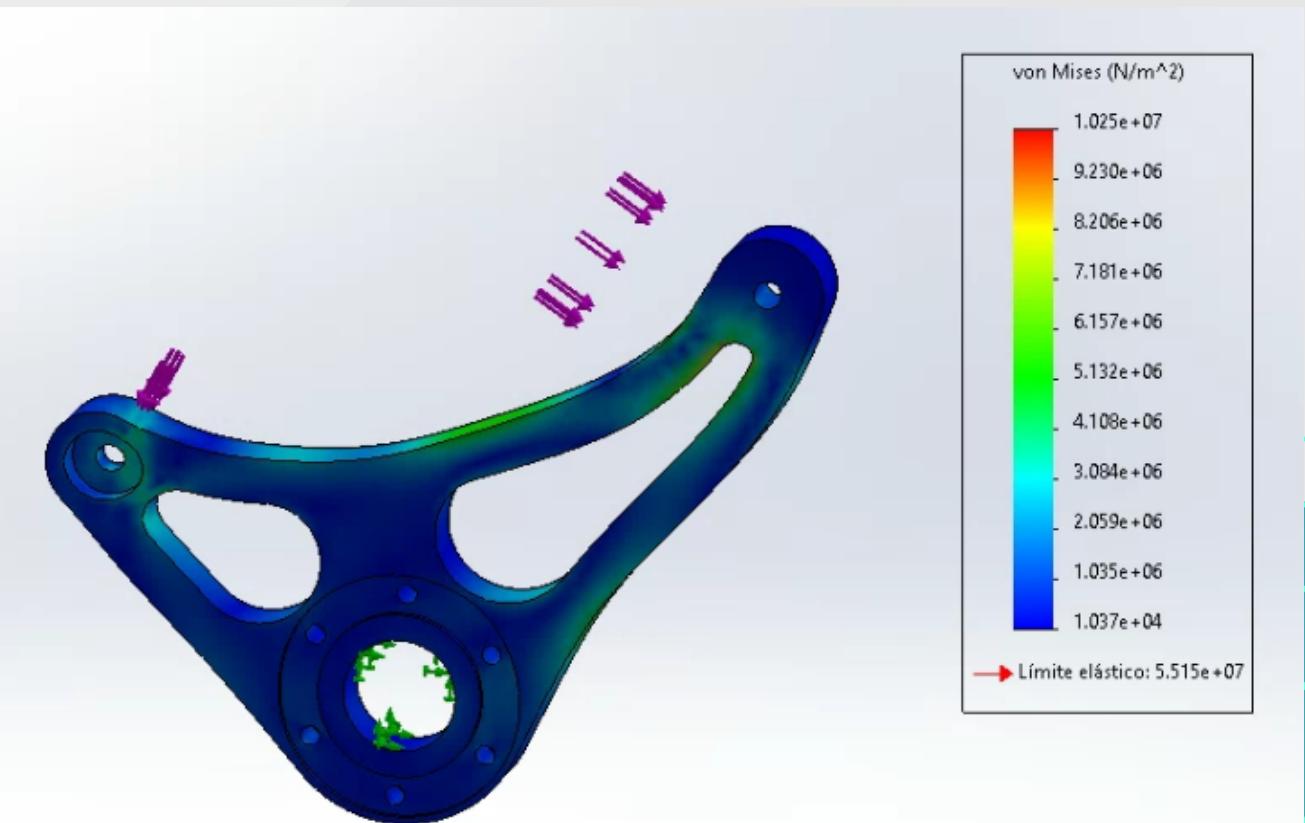
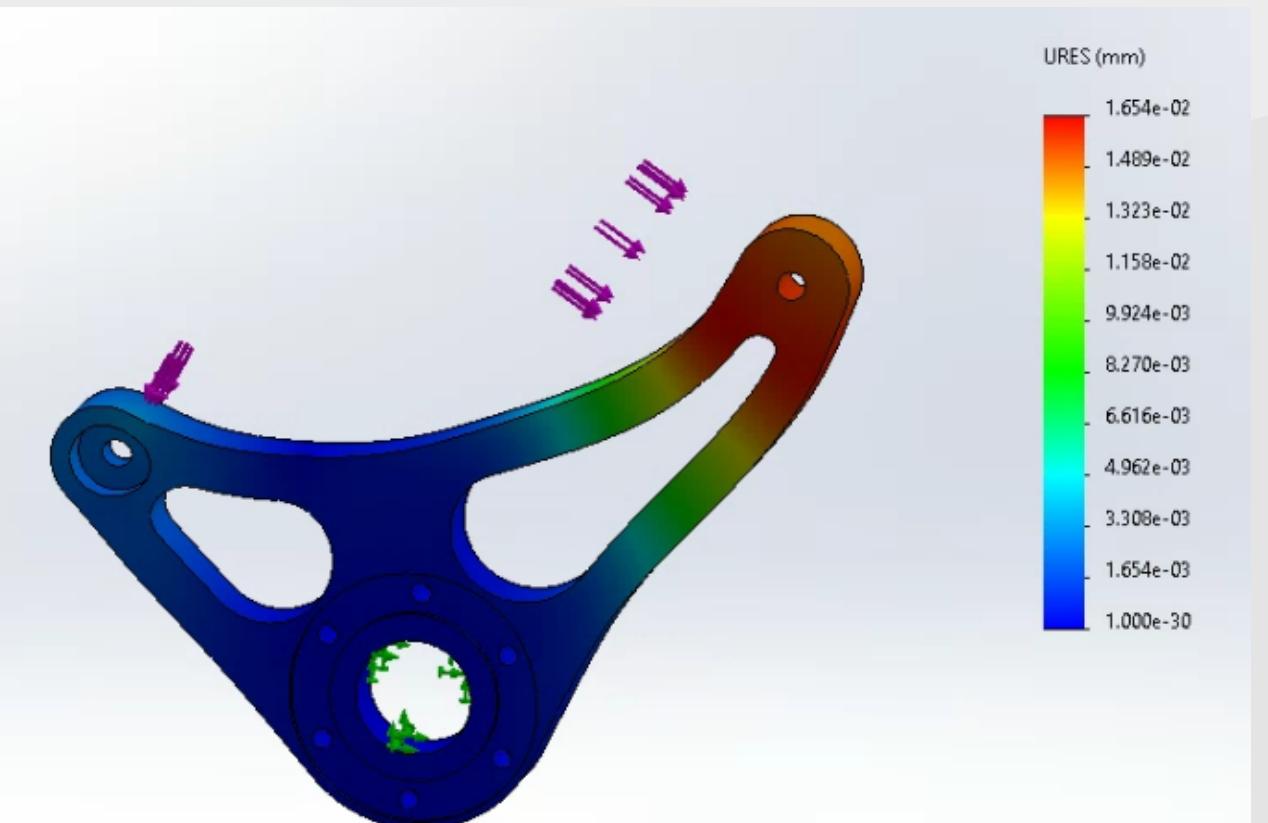
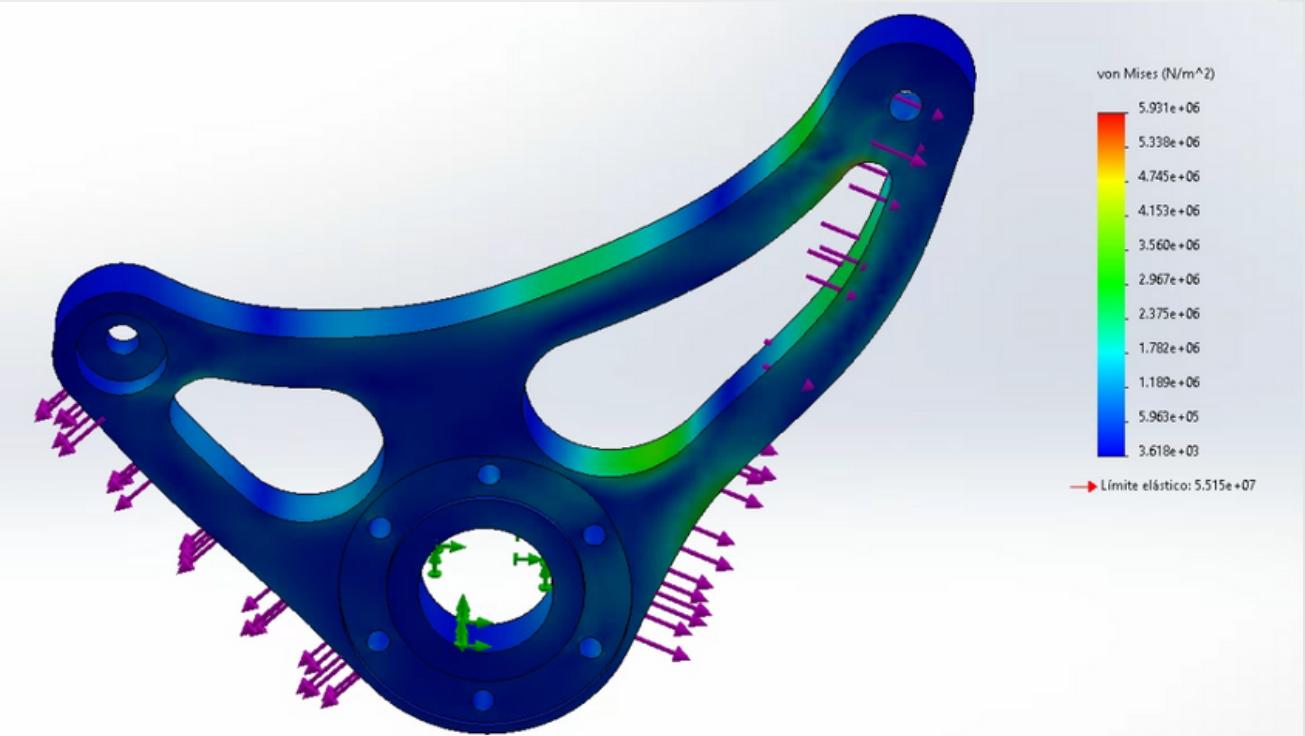


ANÁLISIS DE ELEMENTO FINITO

Deformación



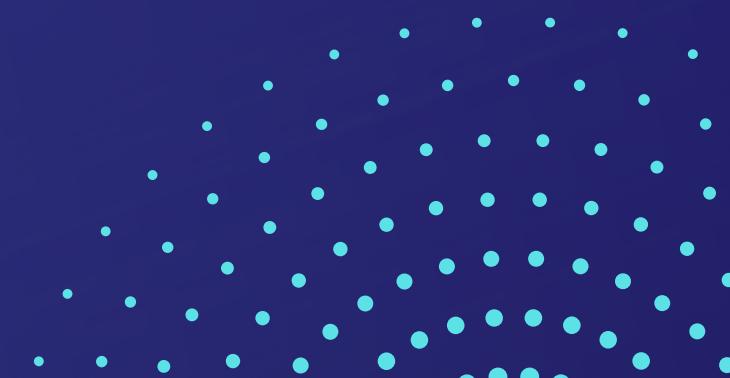
Fatiga





3.

MANUFACTURA



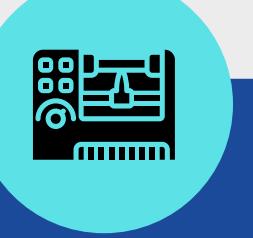


TÉCNICAS DE MANUFACTURA



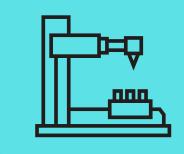
CNC

Efector final,
manivelas,
escuadras, coples,
y placas superiores



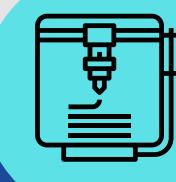
TORNO

Bujes, contra bujes,
ejes del motor y
soportes para
motores



FRESADORA

Barrenos de placas
en la frontal,
barrenos de los
coples, barrenos
bujes y barrenos
ejes del motor



Impresión 3D

Soportes para los
finales de carrera,
control para el
manejo de
movimiento del
motor



1. CNC

- Códigos G generados el Fusion360
- Herramientas utilizadas: Brocas, cortador plano, cortador de bola, cortador para superficie y herramienta de grabado
- Tiempo de maquinado estimado: 17 horas con 36 minutos
- Costo estimado de manufactura: \$10.560-\$17.600 mxn



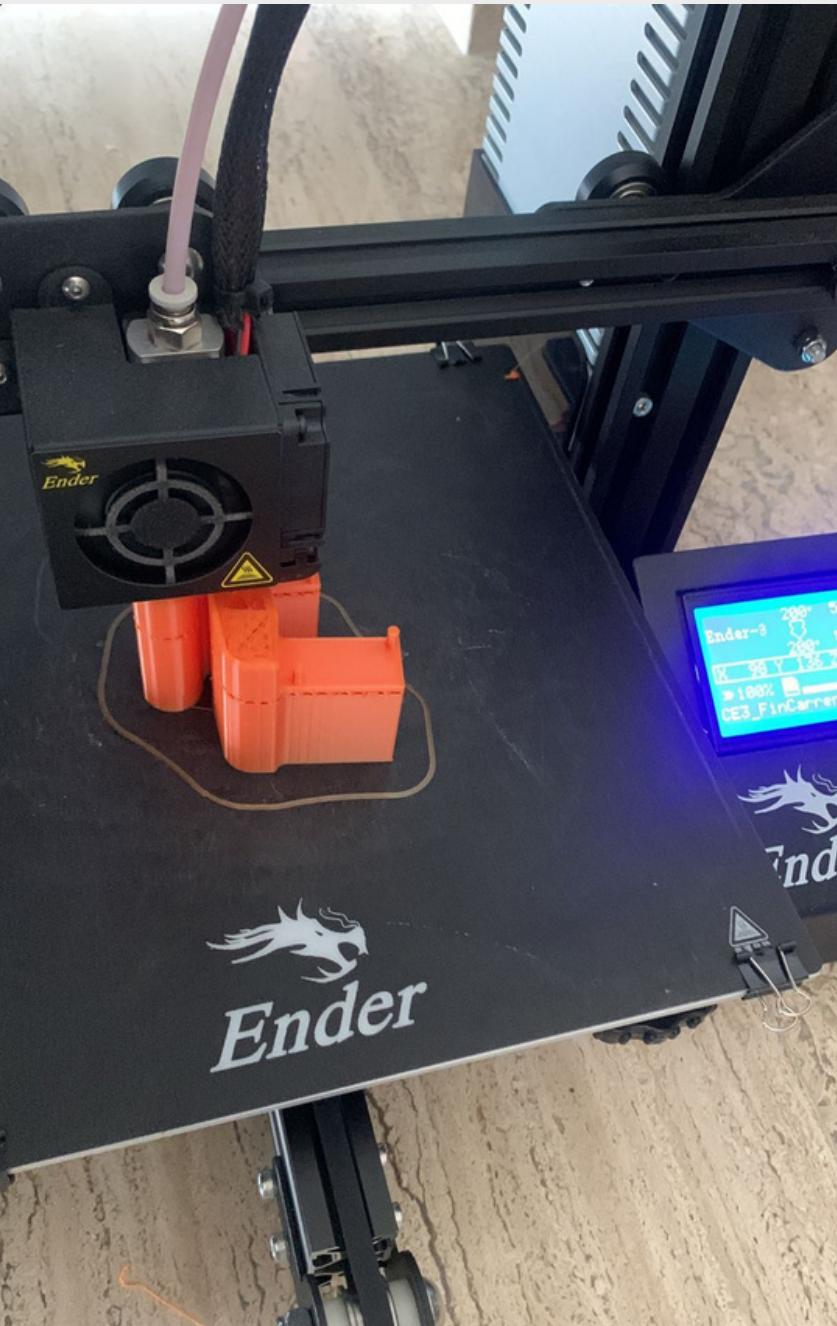
2. TORNO

- Planos de manufactura diseñados directamente de SolidWorks
- Herramientas utilizadas: Buril de cobalto, limas de joyero, trenzadora, broca de centros, machuelos y lima bastarda
- Tiempo de maquinado estimado: 18 horas
- Costo estimado de manufactura: \$5.400 mxn



3. **FRESADORA**

- Planos de manufactura sacados directamente de SolidWorks
- Herramientas utilizadas: Brocas, cortador plano, paralelas, borrachito, centrador coaxial, indicador de caratula
- Tiempo de maquinado estimado: 10 horas
- Costo estimado de manufactura: \$3.000 mxn



4. IMPRESIÓN 3D

- Códigos generados en Ultimaker Cura.
- Relleno 20%
- Tiempo de maquinado estimado: 40 horas con 19 minutos
- Cantidad de material: 500g
- Costo estimado de manufactura: \$750 mxn



4.

SISTEMA MECATRÓNICO Y AUTOMATIZACIÓN



SENSORES



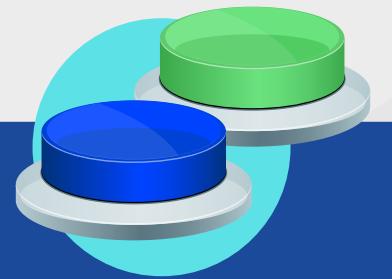
Limit Switch

4 Limit switch para detectar límites y detener movimiento



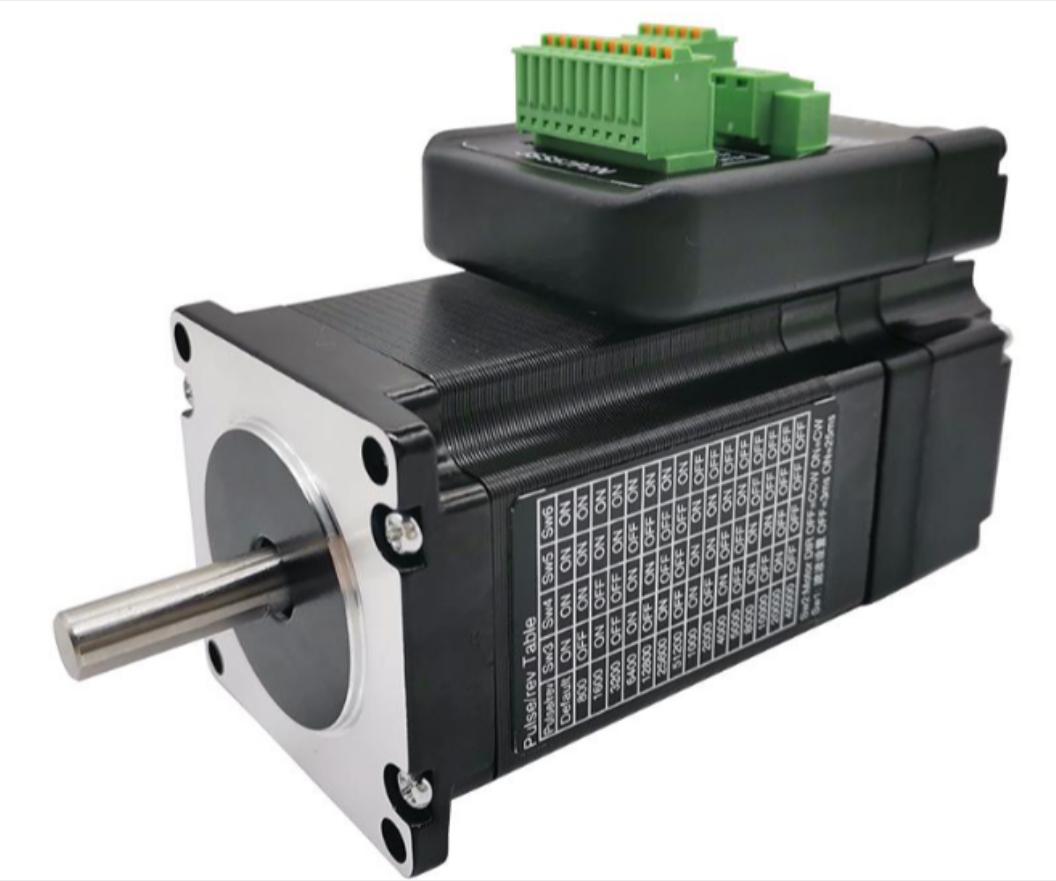
Cognex 7000

Cámara industrial de la marca Cognex, empleada para la detección de objetos.



Botones de movimiento

4 botones para mover de forma independiente cada brazo



ACTUADORES

Motor a pasos de
Características:
Carga nominal de 3N*m

Gripper marca FESTO



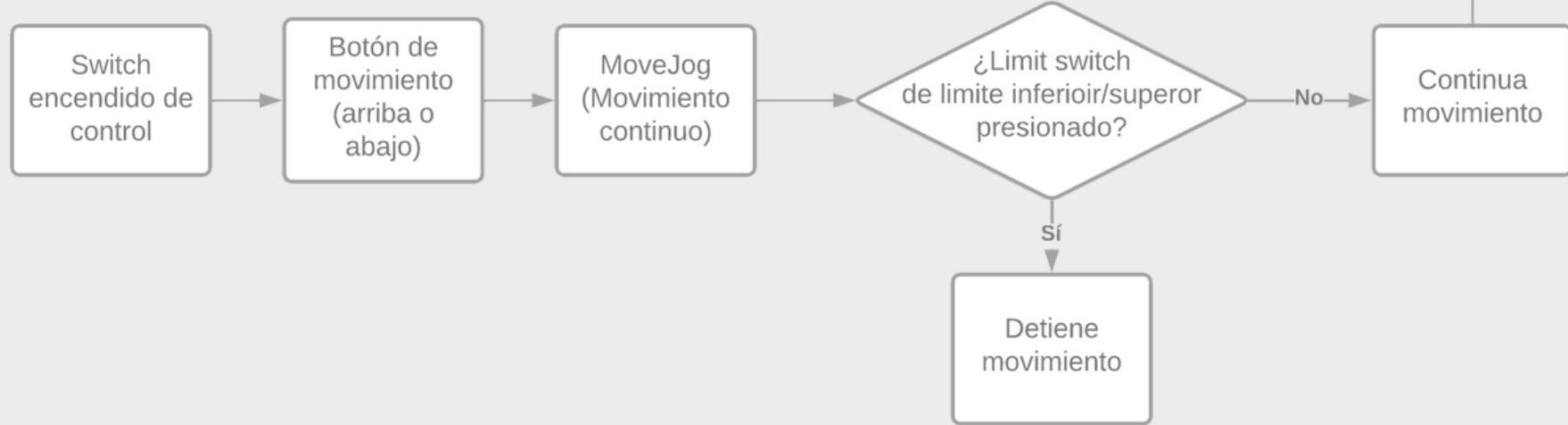
PROGRAMACIÓN



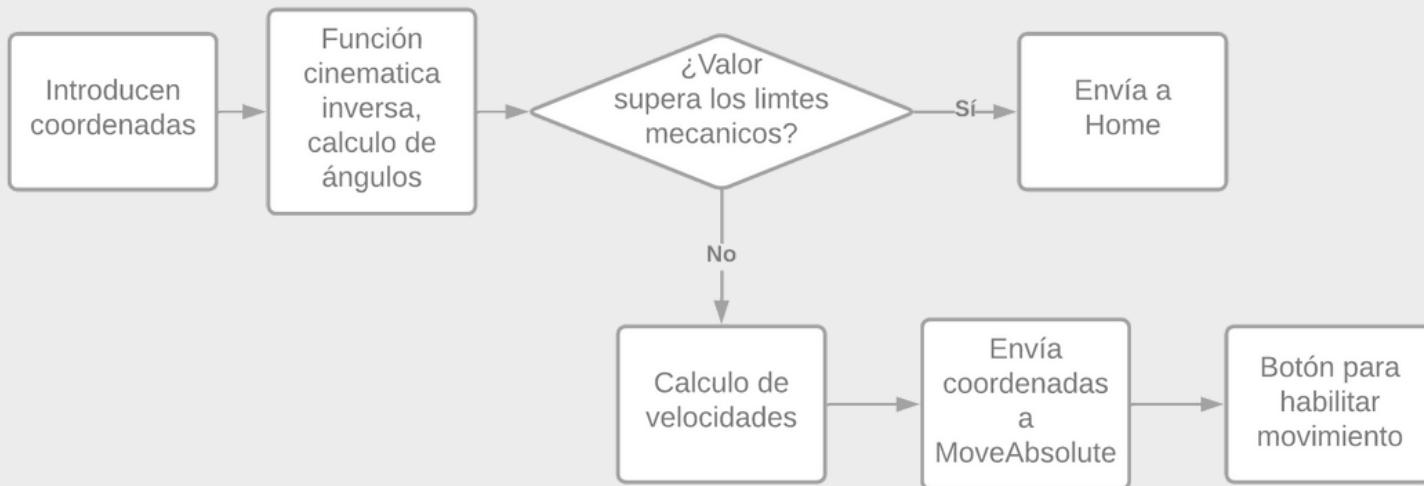
Secuencia de inicio



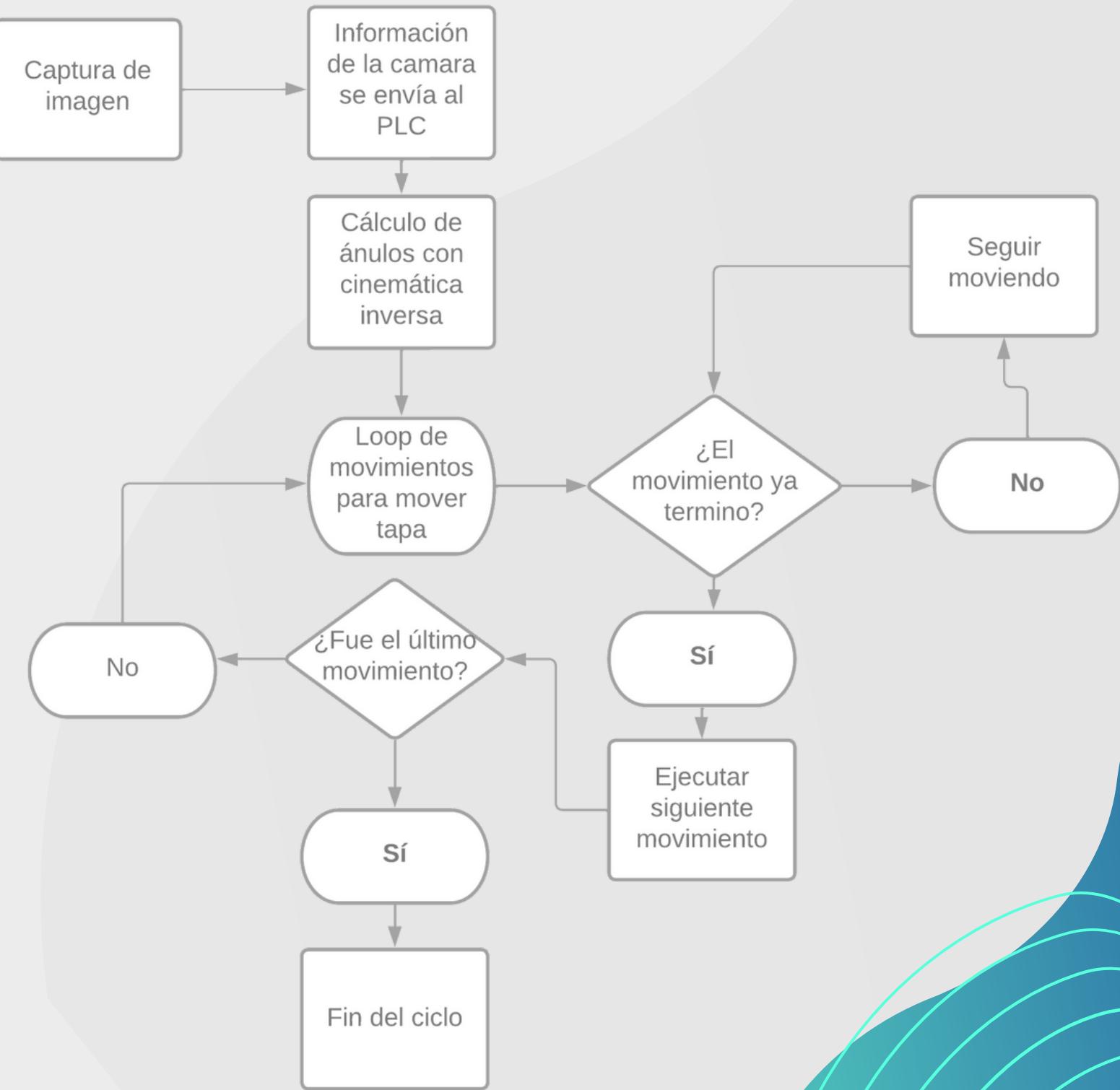
Modo manual (Control)



Modo manual (Coordenadas)



Modo automático





5. VIABILIDAD DEL PROTOTIPO



COSTOS DE PRODUCCIÓN

- Tornillería y machuelos: \$858 mxn
- Aluminio: \$7.931 mxn
- Rodamientos: \$1.380 mxn
- Acabados: \$544 mxn
- Coples flexibles: \$1.200 mxn
- Motores reductores: \$3.358 mxn
- Maquinado fresadora: \$3.000 mxn
- Maquinado torno: \$5.400 mxn
- Maquinado CNC: \$13.125 mxn
- Impresión 3D: \$750 mxn
- 60 horas de diseño y programación: \$27.540 mxn

Costo total del producto:
\$65.086 mxn



WSC-1300B



- Carga máxima: 25KG
- Peso del robot: 65KG
- I/O: 16 entradas y 8 salidas
- Marca: Warsonco

Precio del robot: \$87.818 mxn



MEJORAS HACIA EL FUTURO (PROGRAMACIÓN)

Con fines de retomar el proyecto en semestres posteriores para PIM, nos planteamos 3 objetivos a futuro:

Conexión a la red para almacenamiento de datos

Secuencia automatizada, donde no pare el conveyor

HMI donde se despliegue información del proceso y se pueda controlar



MEJORAS HACIA EL FUTURO (DISEÑO Y MANUFACTURA)

Con fines de retomar el proyecto en semestres posteriores para PIM, nos planteamos 3 objetivos a futuro:

Ejes o bujes de acero

- Esfuerzos cortantes
- Deformación por fretting
- Flexión

Aplicación adecuada de tolerancias. Rodamientos

Análisis de vibraciones.

- Precisión
- Exactitud
- Fatiga

MEJORAS HACIA EL FUTURO (APLICACIONES)



Con fines de retomar el proyecto en semestres posteriores para PIM, nos planteamos 3 objetivos a futuro:



Definición de enfoque



Establecimiento de áreas y ambientes de trabajo



“

**Trabajar en equipo divide el
trabajo y multiplica los
resultados.**

”