

# Trabajo Integrador (Preliminar)

Facultad de Ingeniería - UNaM

## Condición de aprobación

Se aprueba con una puntuación mayor o igual a 7 (siete).

## Introducción y contexto

El presente proyecto consiste en la integración de un manipulador robótico impreso en 3D con un sistema de visión artificial. El objetivo es simular una celda de manufactura automatizada donde el robot debe:

1. Detectar la presencia de una pieza (caja) en el espacio de trabajo.
2. Realizar el agarre (pick) de forma precisa.
3. Trasladar y depositar la pieza (place) dentro de un contenedor de mayor tamaño, simulando el final de una línea de producción.

El robot debe ser comandado por protocolo RS\_485. El texto a enviar al robot es: "b0\_X\_b1\_X\_b2\_X\_g\_X". Donde X representa un valor de angulos entre -90 y 50. Siendo el comando "b0\_0\_b1\_0\_b2\_0\_g\_0", el comando para llevar el robot al punto base. El significado del codigo es:

- b0: base
- b1: brazo 1
- b2: brazo 2
- g: garra

## Objetivos Generales

- Desarrollar un sistema robótico autónomo capaz de realizar tareas de clasificación y transporte mediante visión artificial.
- Implementar algoritmos de localización espacial y control de movimiento en tiempo real.

# Objetivos de aprendizaje

- Dominar los fundamentos de la cinemática de robots.
- Aplicar técnicas esenciales de visión artificial para la detección de objetos.
- Integrar hardware y software mediante el ecosistema ROS2 y programación avanzada.

# Requisitos del Proyecto

## 1. Memoria de Cálculo (3.5 puntos)

Se deberá incluir un informe técnico que contenga:

- **Descripción del Hardware:** Análisis del robot (componentes, geometría, grados de libertad y restricciones físicas).
- **Sistemas de Referencia:** Definición clara de las ternas de coordenadas asignadas al robot.
- **Modelado Matemático:** Obtención de la tabla de parámetros de Denavit-Hartenberg (D-H) de forma genérica.
- **Análisis de Posición:** Cálculo de las coordenadas de la herramienta (TCP) utilizando D-H, cuaterniones y ángulos de Euler para:
  - Posición de Home/Base.
  - Posición de Captura (agarre de la primera caja).
  - Posición de Depósito (descarga en la caja destino).
- **Análisis Cinemático Diferencial (Jacobiano):**
  - Obtención de la matriz Jacobiana geométrica del robot para las configuraciones anteriores.
  - Análisis de singularidades: identificación de configuraciones críticas donde el robot pierde grados de libertad.
  - Relación entre velocidades articulares y velocidades del TCP en el espacio cartesiano.
- **Análisis de Cinemática Inversa:** Desarrollo de las ecuaciones necesarias para transformar las coordenadas espaciales  $(x, y, z)$  en ángulos de articulación para los puntos Home, Captura y Depósito.
  - Método geométrico.

- Método numérico.
- **Análisis Dinámico:** Calcular el torque necesario para mover el robot en las posiciones Home, Captura y Depósito.
  - Considerar una carga de 10 g.
  - Suponer que el robot está construido en PLA.
  - Aceleración de los servomotores:  $\alpha \approx 122 \text{ rad/s}^2$ .
  - Velocidad máxima:  $350^\circ/\text{s}$ .

## 2. Reconocimiento de Imágenes (3 puntos)

El sistema de visión deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Detectar una caja de color natural (marrón) de aproximadamente  $70 \text{ mm} \times 70 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ . Otros objetos deben ser ignorados.
- Determinar correctamente el centro geométrico de la caja detectada.
- Calcular las coordenadas espaciales del centro geométrico.

## 3. Control de Movimiento (3.5 puntos)

- El robot deberá ser controlado mediante ROS2.
- El programa deberá calcular las posiciones articulares del robot a partir de las coordenadas obtenidas por el sistema de visión.

## Entrega

Se deberá entregar:

- Archivo compilado del programa.
- Código fuente completo, correctamente comentado.
- Memoria técnica con desarrollo de cálculos y fotos.

El trabajo deberá defenderse mediante:

- Exposición oral.
- Demostración práctica del funcionamiento del sistema.

*Facultad de Ingeniería - UNaM*  
Juan Manuel de Rosas 325  
Oberá, Misiones, Argentina  
<http://www.fio.unam.edu.ar/>