

# Manipulación de Objetos con un Brazo Robótico

Luis Walter Arredondo Amarillas

## Escenario a Resolver en el Proyecto

El proyecto consiste en la manipulación de objetos utilizando un brazo robótico. El objetivo principal es desarrollar un sistema que permita el control eficiente del brazo en tareas de manipulación, partiendo de coordenadas específicas proporcionadas por el usuario. Esto incluye diseñar un modelo que inicialmente opere de manera manual, con la posibilidad de extenderlo a operaciones autónomas en el futuro, mediante el uso de sensores.

## Definición de Casos de Uso

### Casos de Uso Normales

El brazo robótico es operado manualmente, permitiendo al usuario ingresar coordenadas para guiar el efector final hacia la posición deseada dentro de su rango de movimiento. Durante su operación, el sistema proporciona retroalimentación en tiempo real, incluyendo mensajes de progreso y éxito.

### Casos de Uso Excepcionales

Aunque el proyecto no contempla el uso inicial de sensores, se prevé que el sistema pueda ser extendido para funcionar de manera autónoma. Esto implicaría la integración de sensores para detectar objetos y ajustarse automáticamente a diferentes escenarios.

# Especificaciones del Sistema

## Sensores y Actuadores

- **Actuadores:** Se utilizarán 4 actuadores revolutos y 1 actuador lineal en el efector final.
- **Sensores:** No se incluyen sensores en esta fase del proyecto.

## Acciones y Eventos

- Rotación y traslación de las articulaciones del brazo.
- Envío de mensajes de progreso durante los movimientos.
- Confirmación de éxito al alcanzar la posición deseada del efector final.

## Comportamientos Esperados

El brazo debe alcanzar objetos dentro de su rango de movimiento tras recibir las coordenadas relativas al origen. Se asume que el origen está ubicado en el punto más cercano al efector final.

## Reacciones Preparadas en Caso de Error

Si las coordenadas proporcionadas no están dentro del rango de movimiento del brazo:

- El sistema notificará al usuario de forma inmediata.
- El brazo se abstendrá de realizar cualquier movimiento.

## Propuesta de Métodos y Herramientas

El desarrollo del sistema se realizará en las siguientes fases, haciendo uso de tecnologías específicas:

## **Cinemática Directa en Python**

- Implementación de las matrices de transformación Denavit-Hartenberg.
- Visualización en Jupyter Notebooks para validar el modelo del brazo robótico.

## **Cinemática Inversa en Python**

- Cálculo simbólico de la matriz Jacobiana respecto a las variables angulares  $\theta_i$ .
- Visualización de trayectorias desde la posición actual del brazo hacia la deseada.

## **Desarrollo del Modelo en un Ambiente Virtual**

- Implementación del modelo en formato SDF (Simulation Description Format) para simulación en Gazebo.
- Inclusión de propiedades físicas, geometría y cajas de colisión.

## **Desarrollo de un Módulo ROS2 para el Control del Brazo**

- Integración de cálculos de cinemática inversa con la simulación en tiempo real.
- Automatización de los lanzamientos necesarios para operar en Gazebo.

## **Implementación en Arduino para el Control Físico**

- Desarrollo de un módulo que reciba instrucciones vía serial y controle los actuadores.
- Calibración y verificación del sistema en el brazo robótico físico.

## **Extensión del Módulo ROS2 para Control del Robot Físico**

- Sincronización de movimientos entre el brazo virtual y el físico en tiempo real.

## **Tecnologías Utilizadas**

Para el desarrollo del sistema se emplearán las siguientes herramientas y tecnologías:

- Python y Jupyter Notebooks para cálculos y visualizaciones iniciales.
- SDF para el modelado en el entorno virtual.
- Gazebo para simulaciones físicas.
- ROS2 para la integración del sistema y control en tiempo real.
- Arduino para la implementación del control en hardware físico.