

Brazo robótico de bajo coste para la docencia universitaria

Vidal Pérez Bohoyo

v.perezb.2019@alumnos.urjc.es



Trabajo fin de grado

27 de octubre de 2023



(CC) Vidal Pérez Bohoyo

Este trabajo se entrega bajo licencia CC BY-NC-SA. Usted es libre de (a) compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato; y (b) adaptar: remezclar, transformar y crear a partir del material. El licenciador no puede revocar estas libertades mientras cumpla con los términos de la licencia.

Contenidos

1 Introducción

2 Objetivos

3 Plataforma de desarrollo

4 Desarrollo hardware

5 Desarrollo software

6 Pruebas técnicas

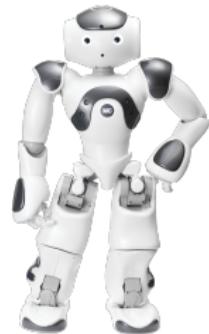
7 Conclusiones

Introducción

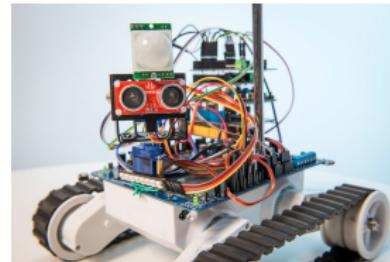
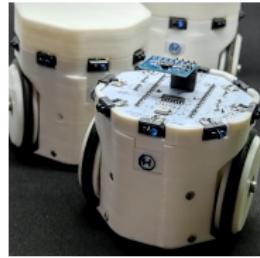
Robótica industrial



Robótica educativa

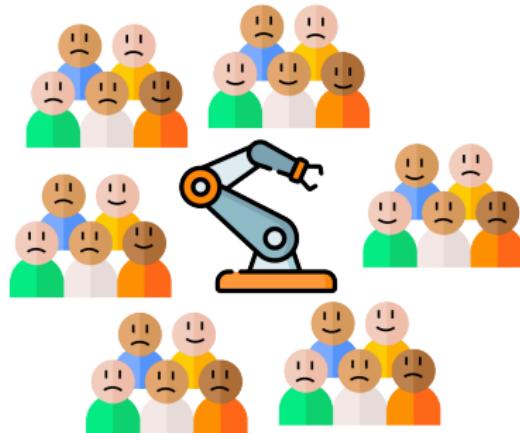
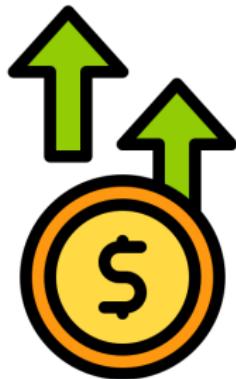


Robótica de bajo coste



Objetivos

Descripción del problema



closed source



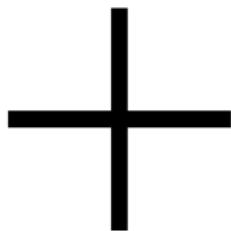
Requisitos

- ① Coste inferior a 200€.
- ② En su mayoría impreso en 3D.
- ③ Bajo consumo eléctrico, inferior a 25 vatios.
- ④ Tamaño reducido.
- ⑤ Sencillo de montar.
- ⑥ Tener integración con ROS 2 y Movelt 2.

Metodología



RoboticsURJC / tfg-vperez



<https://github.com/RoboticsURJC/tfg-vperez>

Plataforma de desarrollo

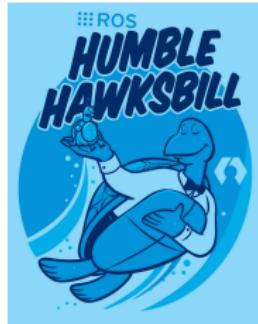
Software



grbl

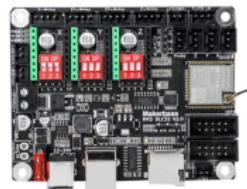
FreeCAD

Open Source parametric 3D CAD modeler



> **MoveIt2**

Hardware



Desarrollo hardware

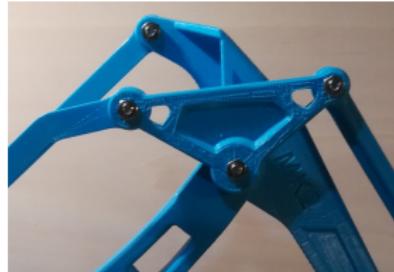
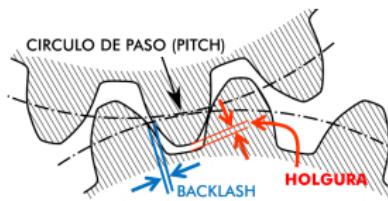
Concepción de la idea: Inspiración



Concepción de la idea: Mejoras

Puntos débiles de las soluciones ya existentes

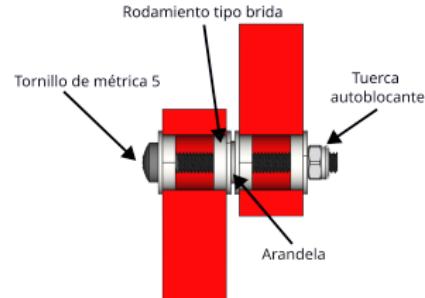
- Baja fuerza y capacidad de carga.
- **Holgura** en engranajes y articulaciones los hace inexactos e imprecisos.
- Poco tiempo de vida por el **desgaste** del plástico de sus articulaciones.



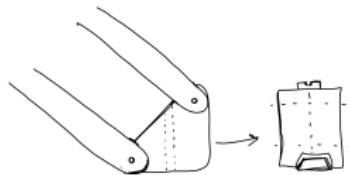
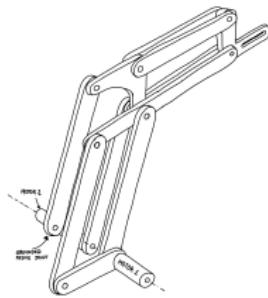
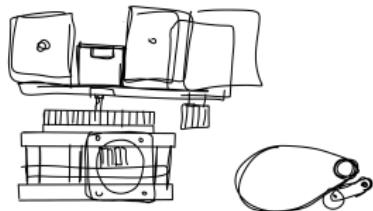
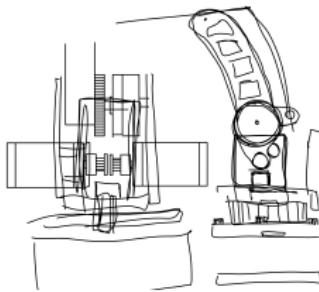
Concepción de la idea: Mejoras

Soluciones y mejoras

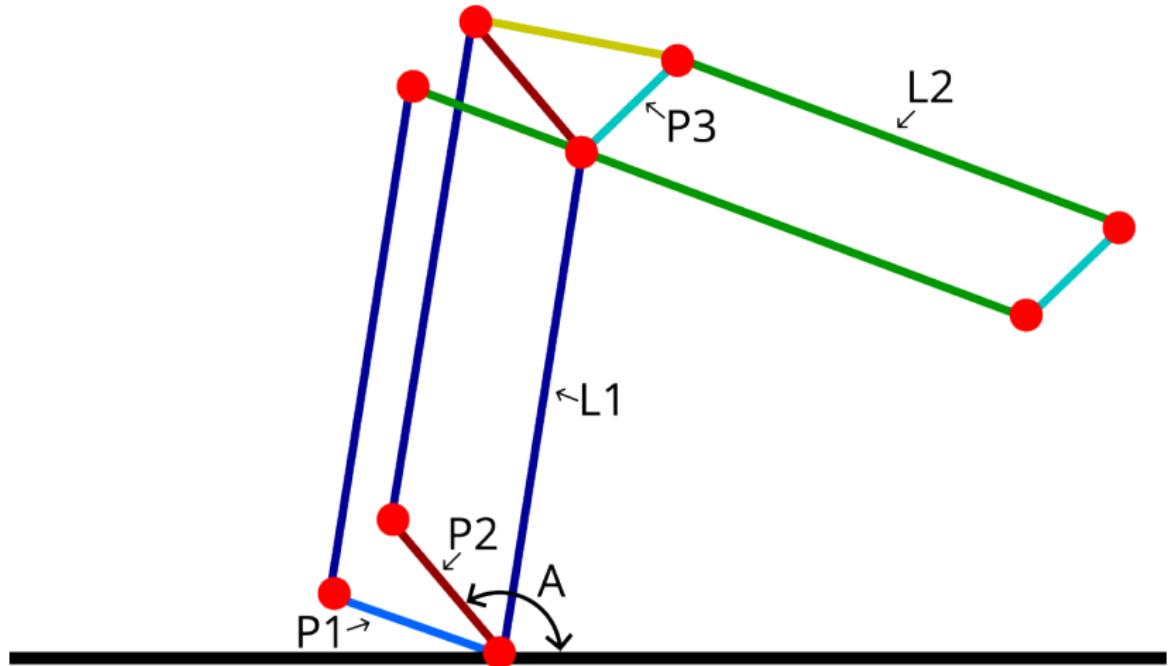
- Utilizar motores más potentes de tipo **paso a paso**, en vez de servos.
- **Correas** dentadas para eliminar la holgura en la reductora del motor.
- **Rodamientos** en articulaciones. Menos fricción y más vida útil.



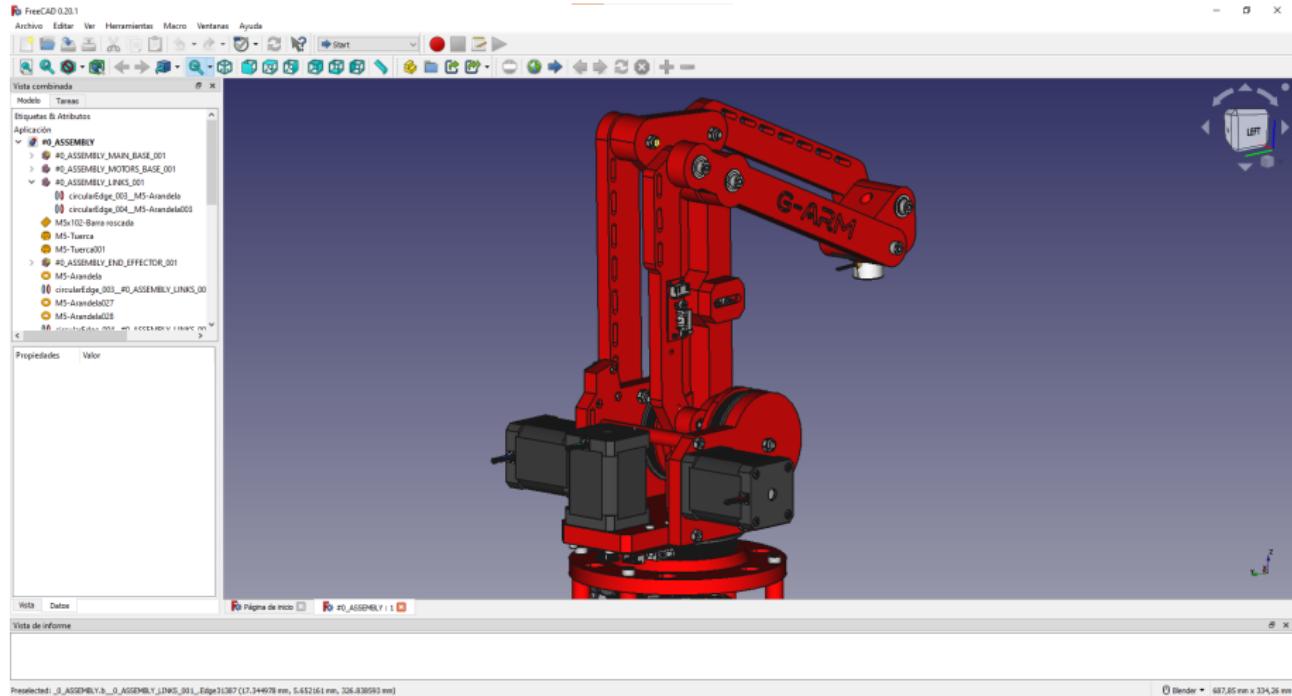
Concepción de la idea: Bocetos



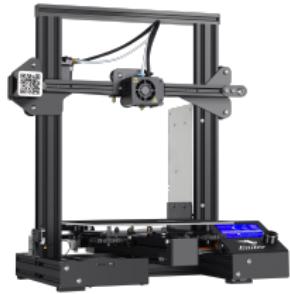
Diseño alámbrico



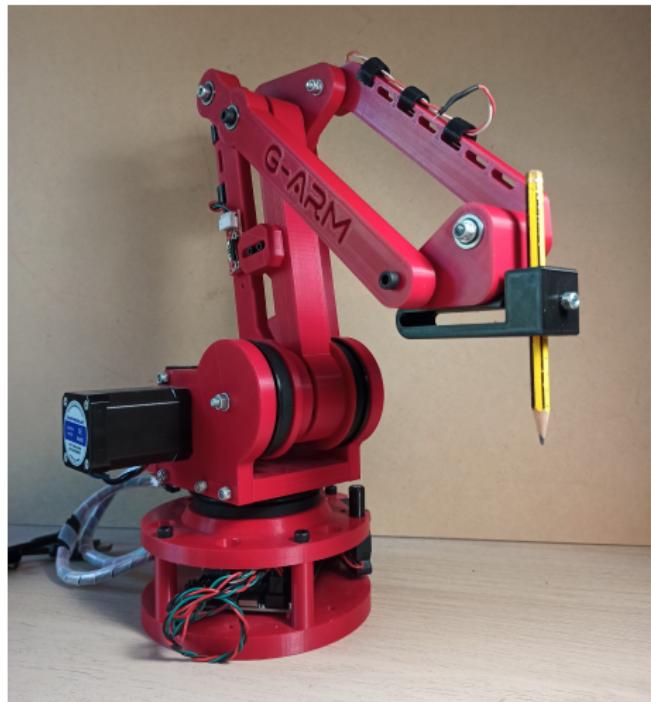
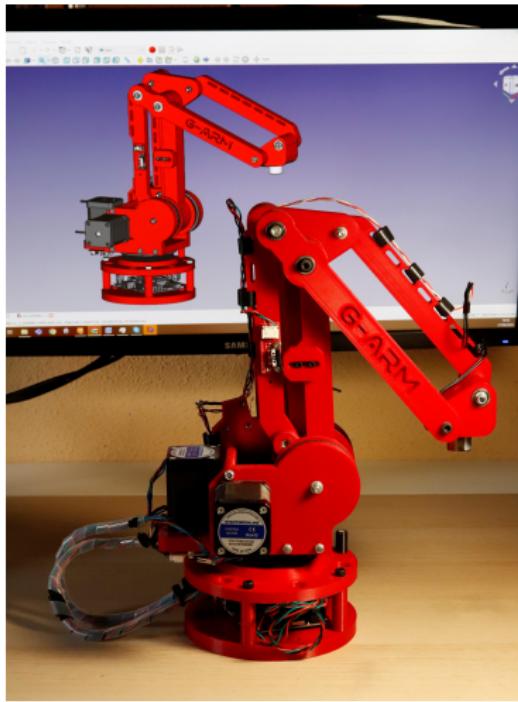
Diseño CAD (FreeCAD)



Impresión y montaje

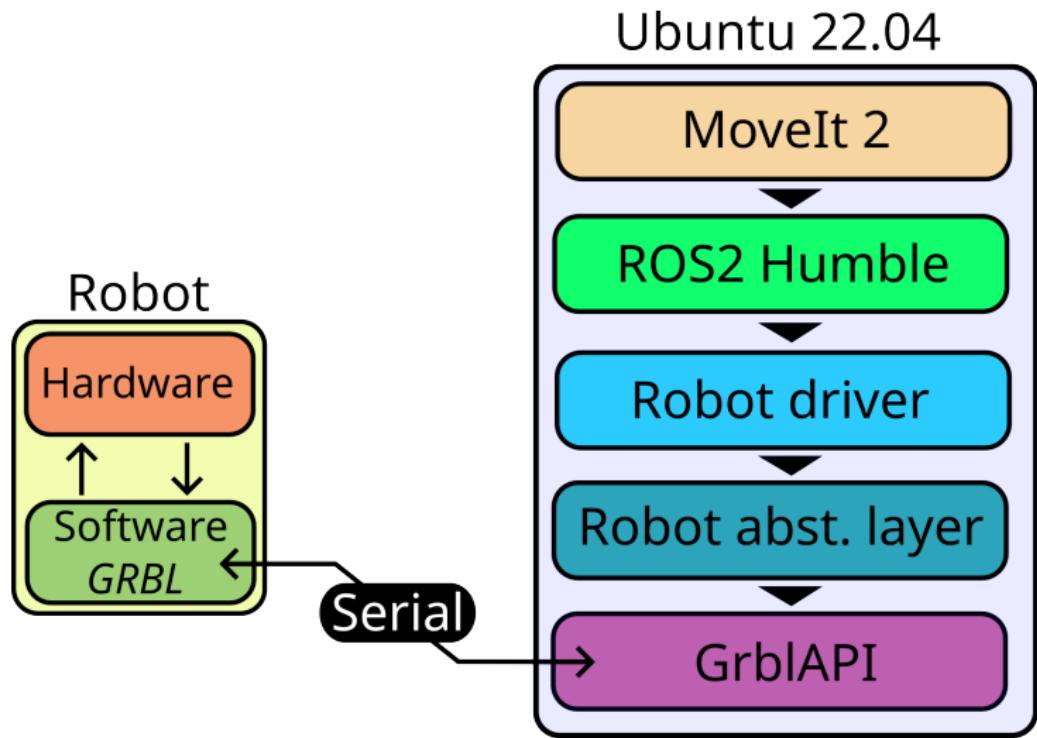


Resultado final

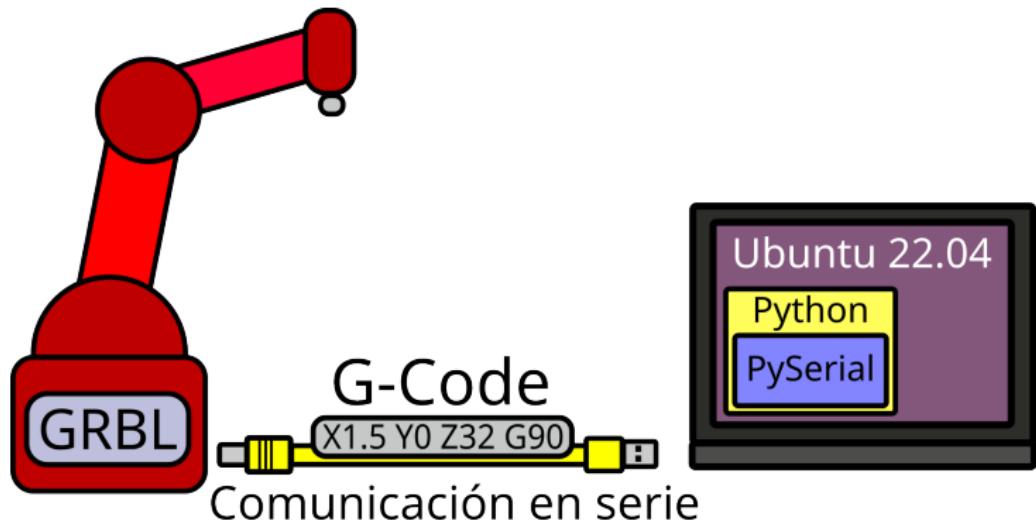


Desarrollo software

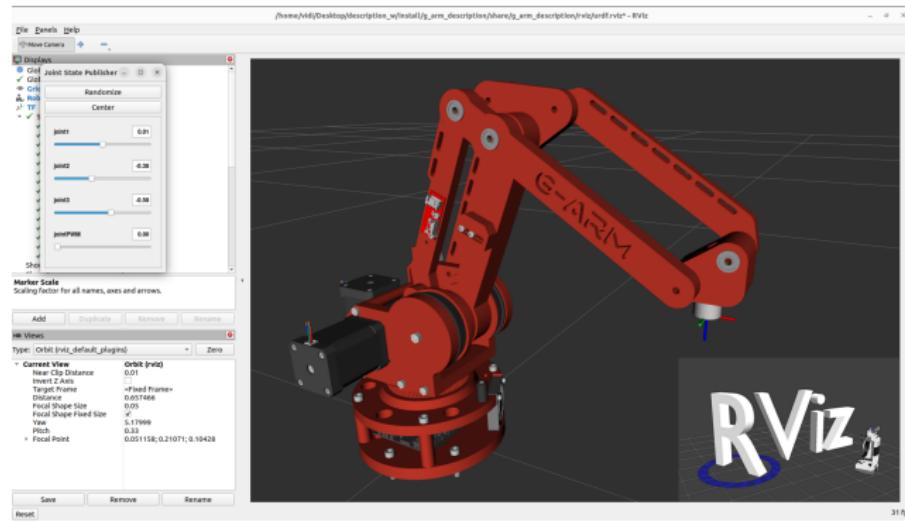
Arquitectura software



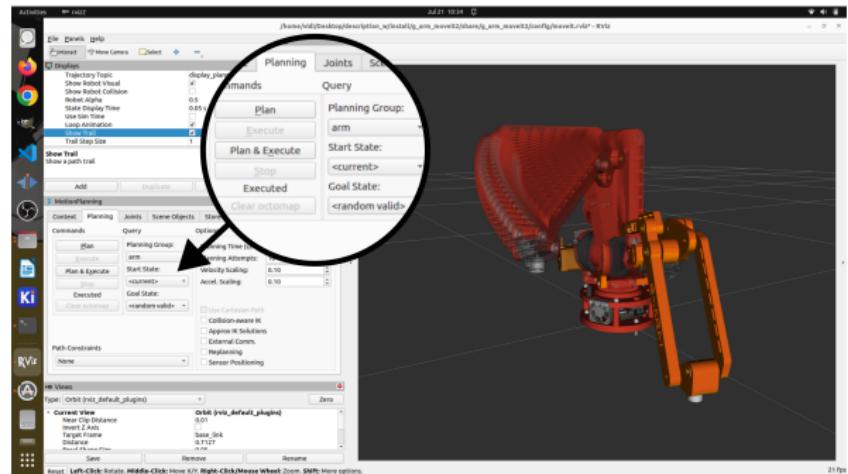
Grbl y comunicación con el ordenador



Integración con ROS 2



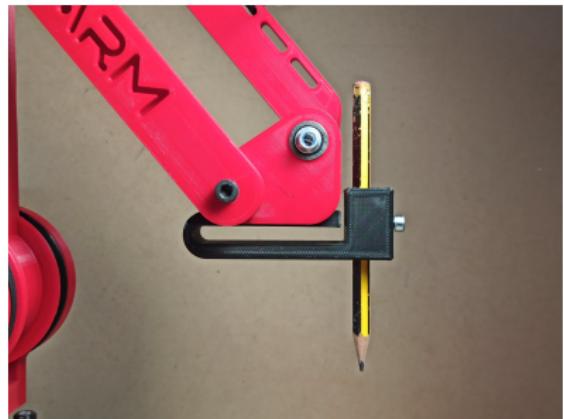
Integración con MoveIt 2



Herramientas disponibles a día de hoy



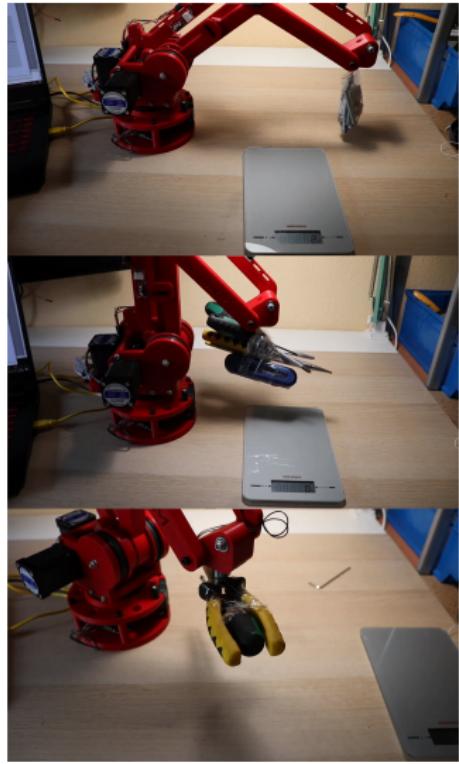
Electroimán



Porta lápices/bolígrafos

Pruebas técnicas

Capacidad de carga

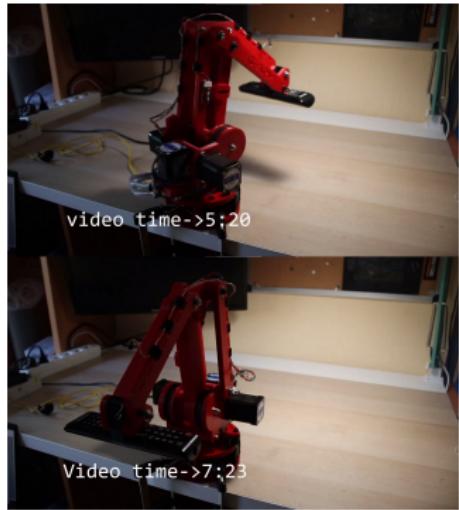


Tres escenarios distintos:

- 1: Completamente extendido.
- 2: Parcialmente retraído.
- 3: Fuerza del electroimán.

| Escenario | Carga máxima |
|-------------|--------------|
| Escenario 1 | 365 g |
| Escenario 2 | 480 g |
| Escenario 3 | 305 g |

Velocidad máxima



- Velocidad máxima de la base: $225^\circ/\text{s}$
- Velocidad máxima de los otros dos grados de libertad: $120^\circ/\text{s}$

Por debajo, pero no mucho, de un ABB IRB120 de 20.000€, que ronda los $250^\circ/\text{s}$.

Consumo eléctrico



Tres escenarios distintos:

- 1: Movimientos lentos.
- 2: Movimientos rápidos.
- 3: Robot inmóvil.

| Escenario | Consumo medio |
|-------------|---------------|
| Escenario 1 | 14.4W |
| Escenario 2 | 17W |
| Escenario 3 | 6.8W |

Conclusiones

Objetivos cumplidos

- Coste de fabricación completo inferior a 200€ (aprox. 171€)
- Más del 80 % del robot está impreso en 3D.
- Consumo inferior a 25 vatios.
- Es portable y tiene un tamaño ideal para usarse sobre cualquier mesa.
- Supera la capacidad de carga propuesta de 300g.
- Es simple de montar y es reproducible en cualquier impresora 3D.
- Se ha realizado una integración completa en ROS 2 y MoveIt2.

Líneas futuras

- Añadir un **cuarto grado de libertad** para rotar piezas en el plano XY.
- Crear más herramientas para aumentar así sus posibilidades.
- Integrar este robot en la asignatura de Robótica Industrial ([Anexo II](#)).
- Crear un **firmware específico** para controlarlo a más bajo nivel.

Brazo robótico de bajo coste para la docencia universitaria

Vidal Pérez Bohoyo

v.perezb.2019@alumnos.urjc.es



Trabajo fin de grado

27 de octubre de 2023