

# Brazo robótico de bajo coste para la docencia universitaria

Vidal Pérez Bohoyo

[v.perezb.2019@alumnos.urjc.es](mailto: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*

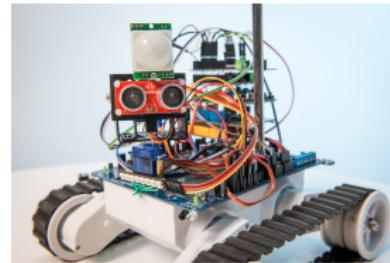
# Robótica industrial



# Robótica educativa

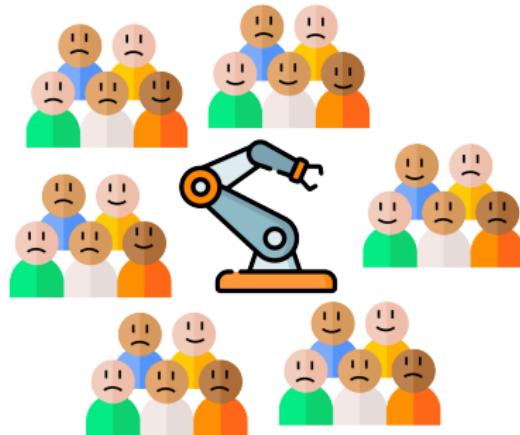


# Robótica de bajo coste



# *Objetivos*

# Descripción del problema



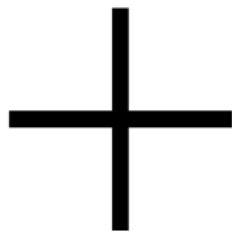
**closed source**



# 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*

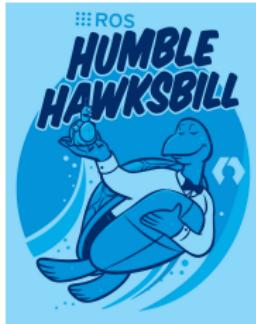
# Software



grbl

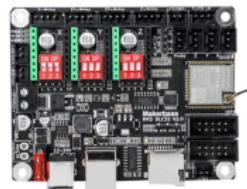
FreeCAD

Open Source parametric 3D CAD modeler



> **MoveIt2**

# Hardware



# *Desarrollo hardware*

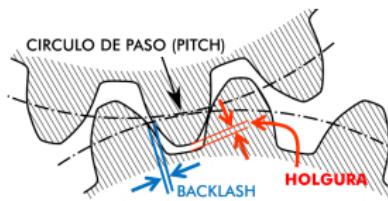
# Concepción de la idea: Inspiración



# Concepción de la idea: Mejoras

Puntos débiles de las soluciones ya existentes

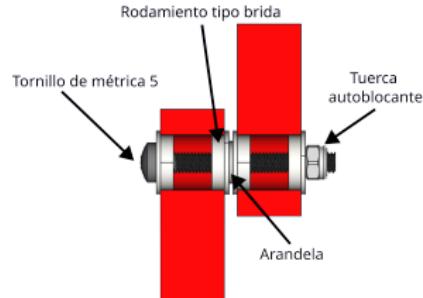
- Baja fuerza y capacidad de carga.
- Holgura en engranajes y articulaciones los hace inexactos e imprecisos.
- Poco tiempo de vida por el desgaste del plástico de sus articulaciones.



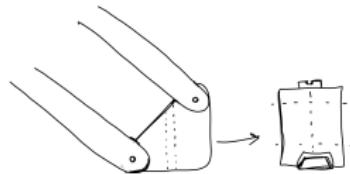
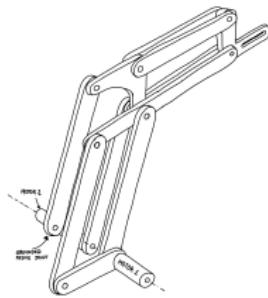
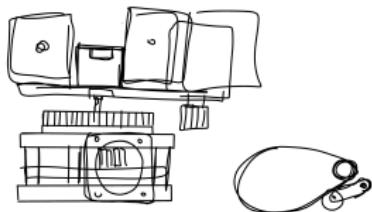
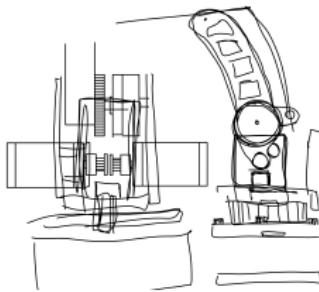
# Concepción de la idea: Mejoras

## Soluciones y mejoras

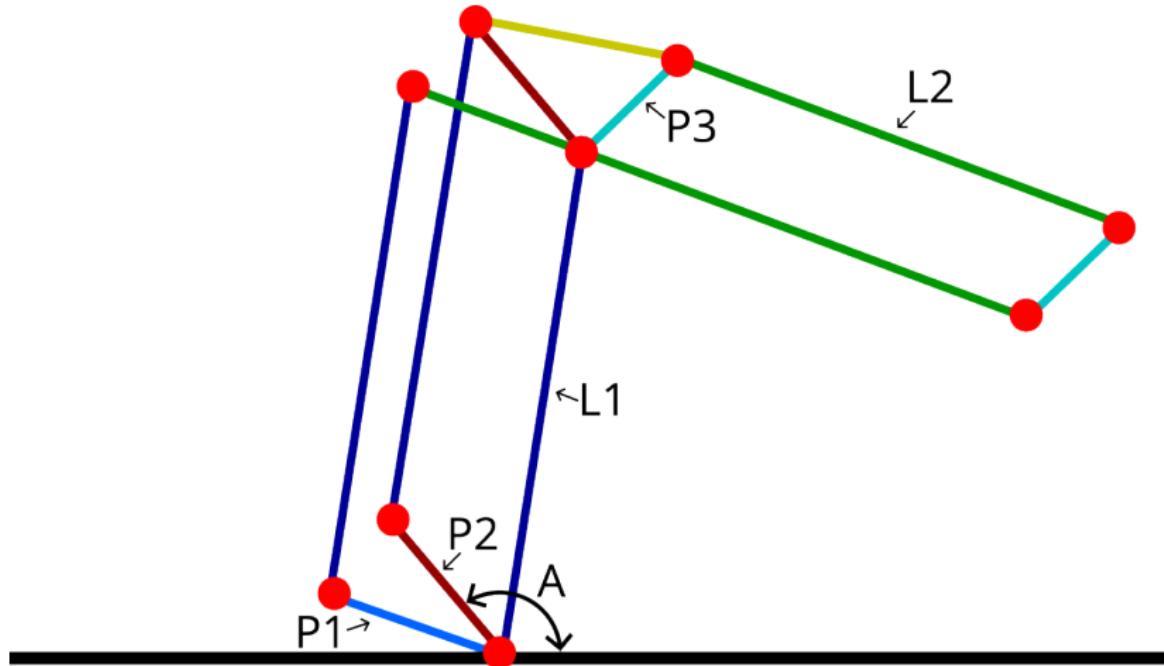
- Utilizar motores más potentes de tipo **paso a paso**, en vez de servos.
- **Correas dentadas** para eliminar la holgura en la reductora del motor.
- **Rodamientos** en articulaciones. Menos fricción y más vida útil.



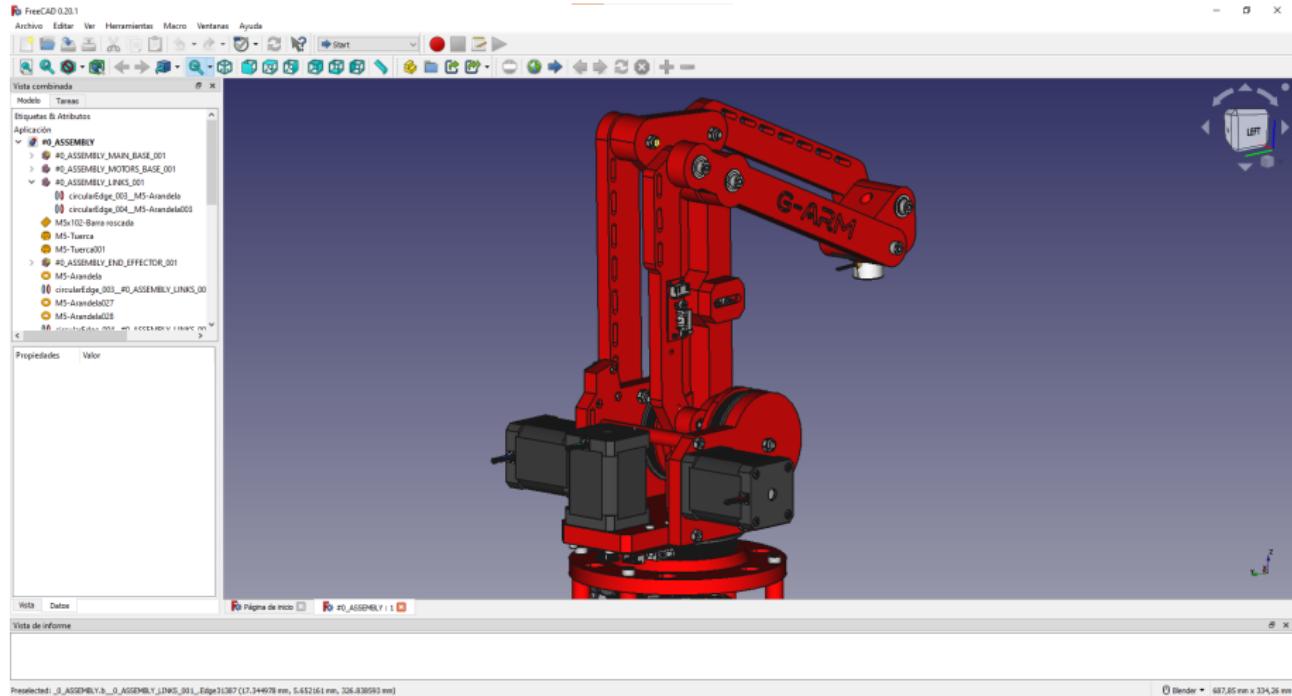
# Concepción de la idea: Bocetos



# Diseño alámbrico

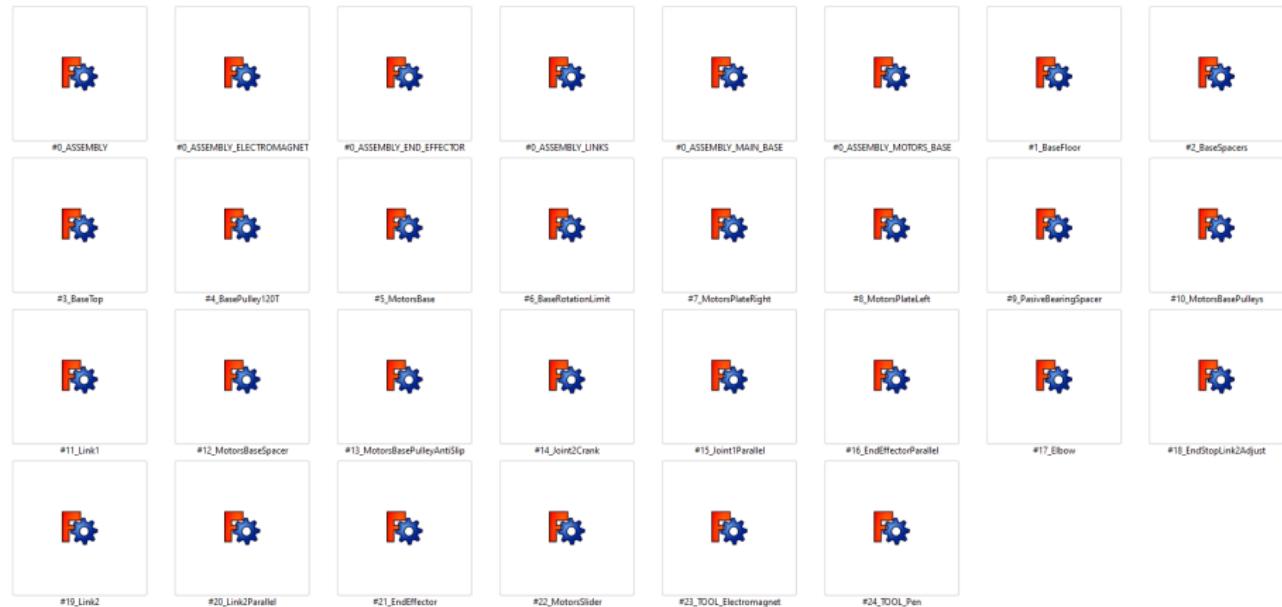


# Diseño CAD (FreeCAD)

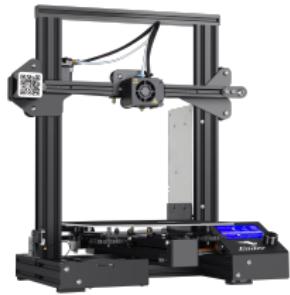


# Diseño CAD (FreeCAD)

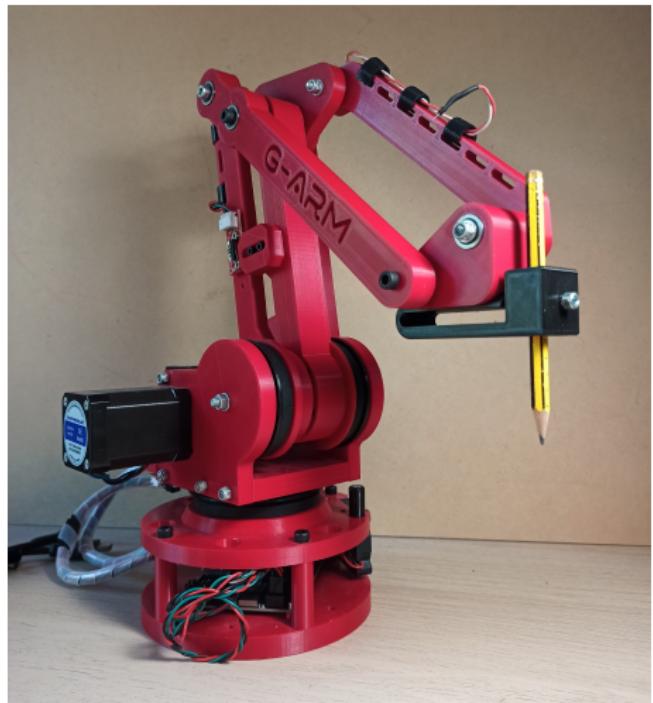
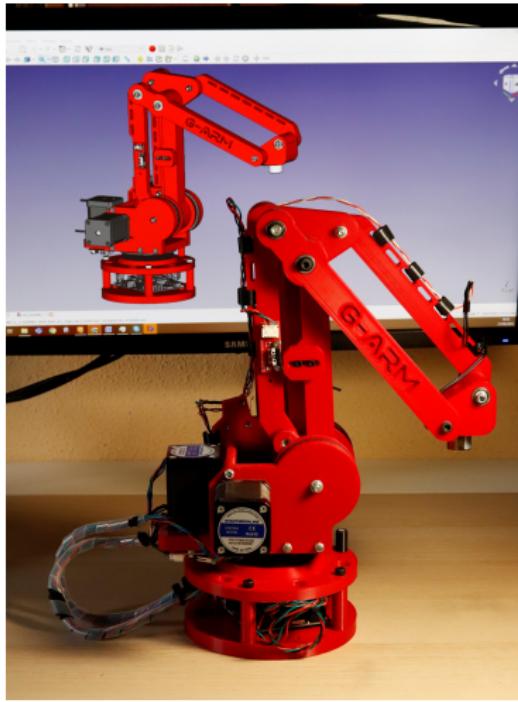
Cada pieza que constituye el robot está diseñada en un fichero distinto y ensambladas en los ficheros ASSEMBLY.



# Impresión y montaje

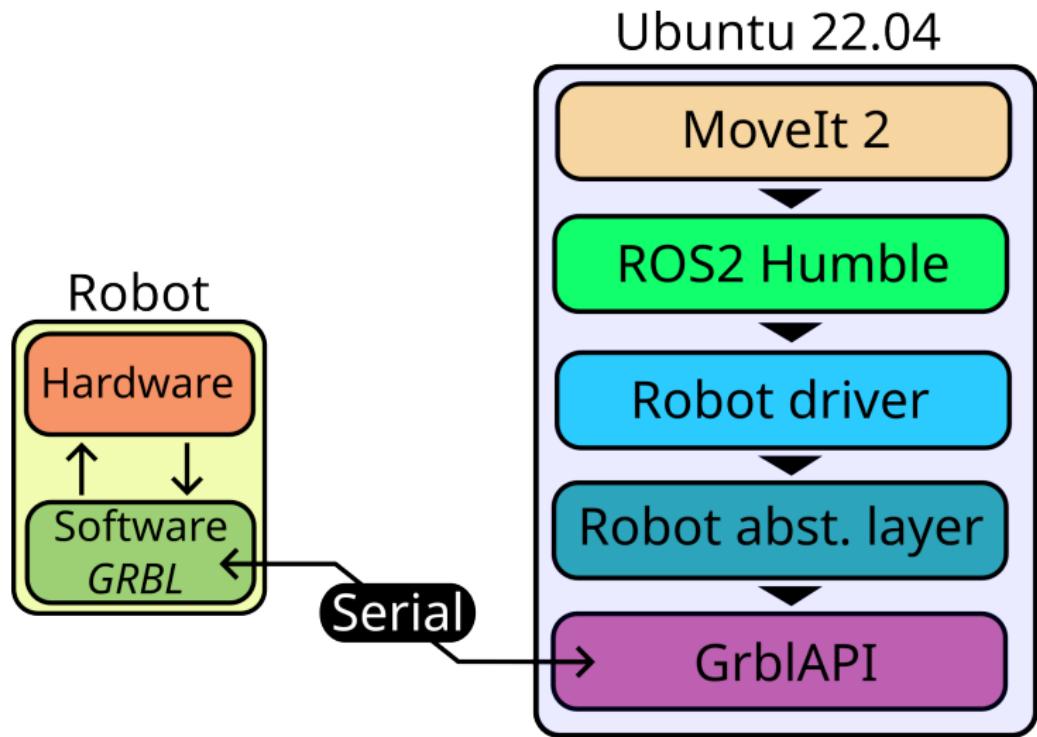


# Resultado final

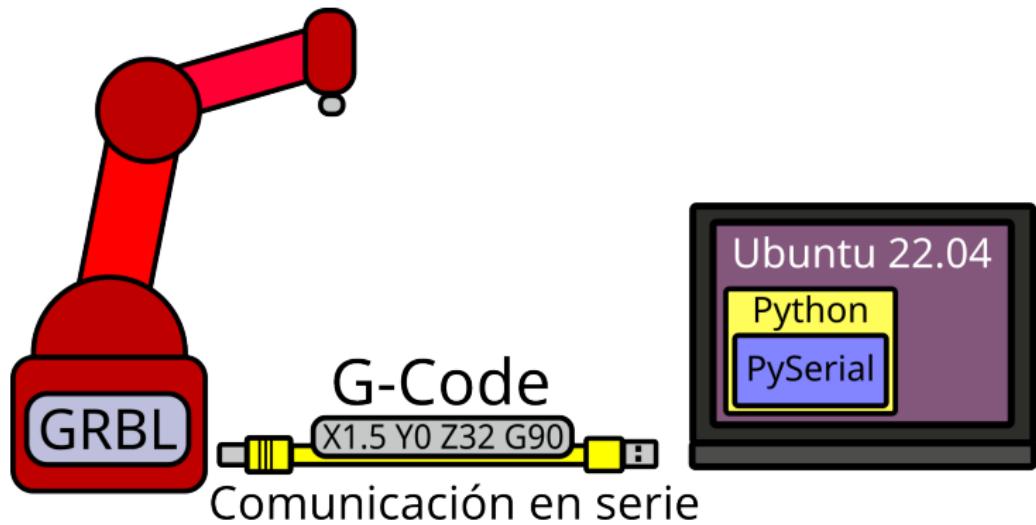


# *Desarrollo software*

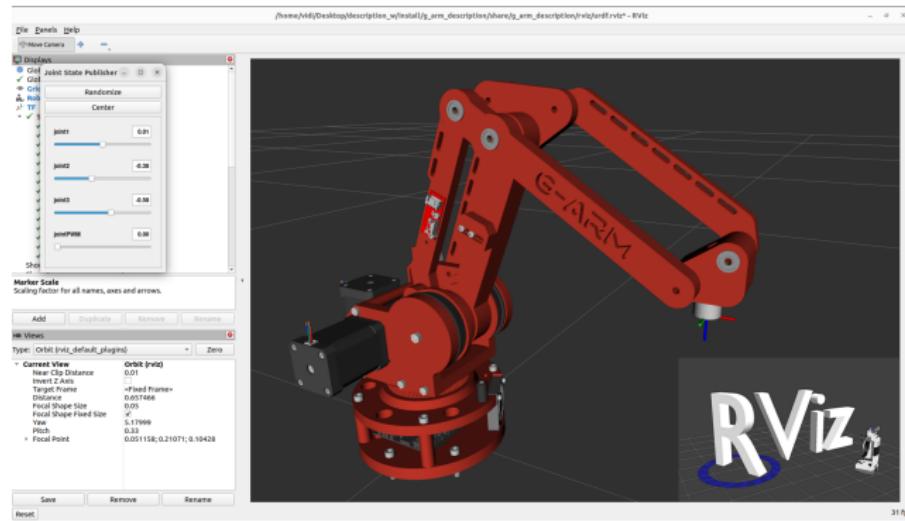
# Arquitectura software



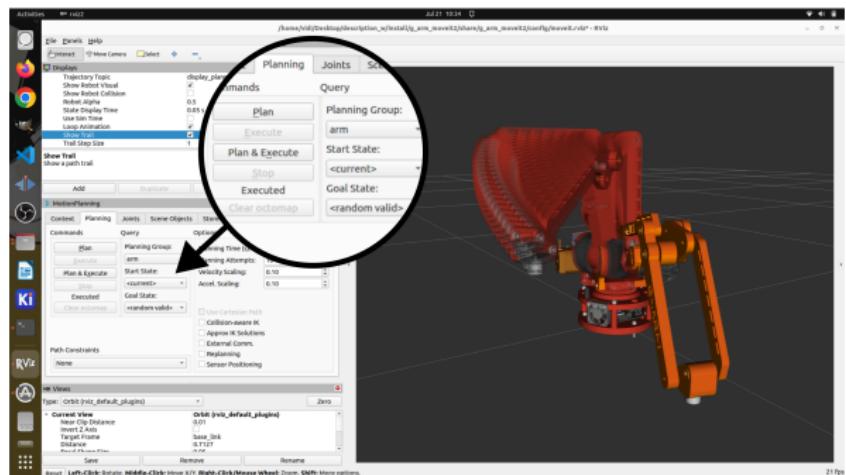
# Grbl y comunicación con el ordenador



# Integración con ROS 2



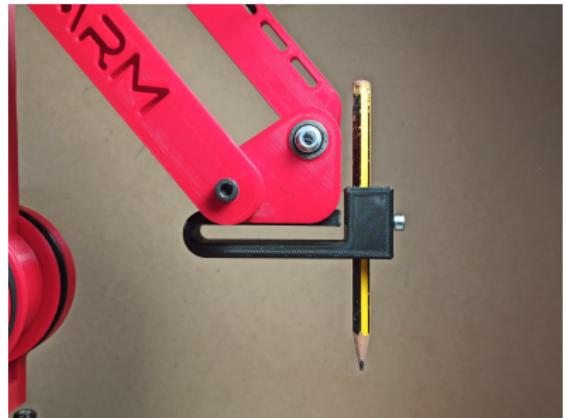
# Integración con MoveIt 2



# Herramientas disponibles a día de hoy



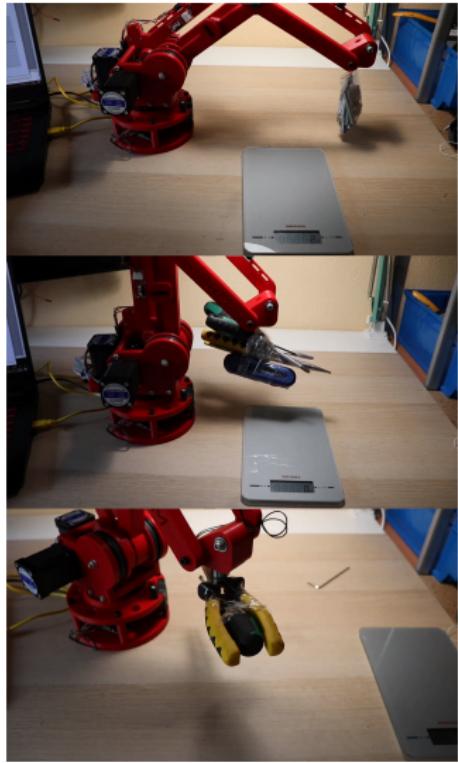
Electroimán



Porta lápices/bolígrafos

# *Pruebas técnicas*

# Capacidad de carga

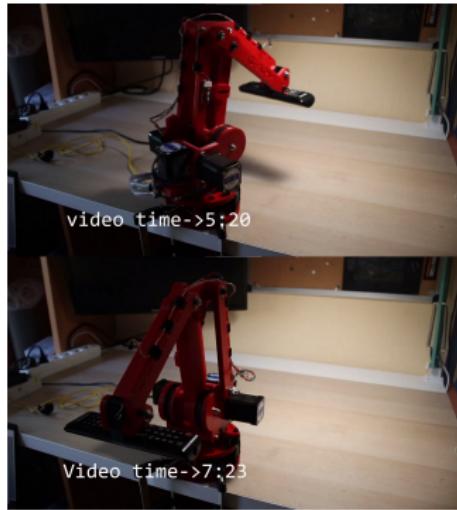


Tres escenarios distintos:

- 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](mailto:v.perezb.2019@alumnos.urjc.es)



Trabajo fin de grado

27 de octubre de 2023