

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

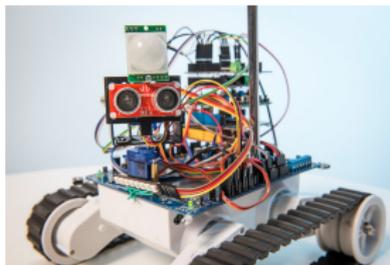
Robótica industrial



Robótica educativa

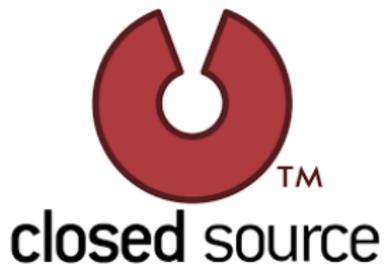
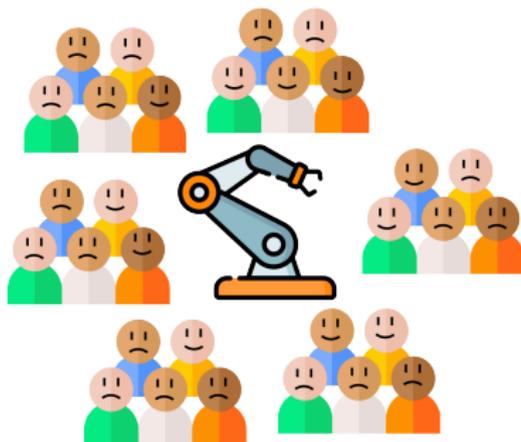
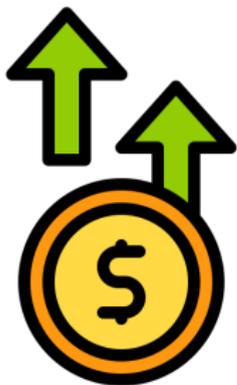


Robótica de bajo coste



Objetivos

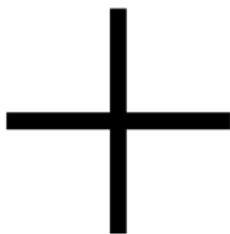
Descripción del problema



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 MoveIt 2.

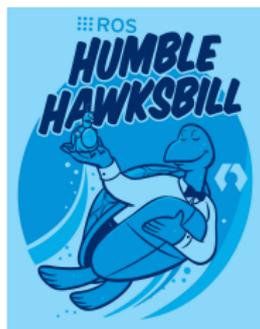
Metodología



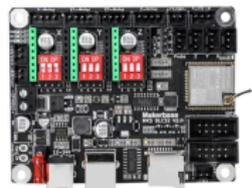
<https://github.com/RoboticsURJC/tfg-vperez>

Plataforma de desarrollo

Software

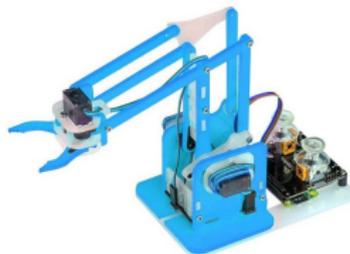


Hardware



Desarrollo hardware

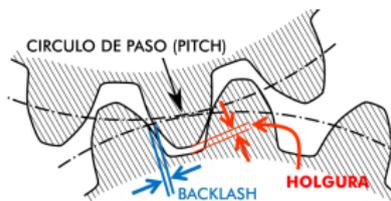
Concepción de la idea: Inspiración



Concepción de la idea: Mejoras

Puntos débiles de las soluciones ya existentes

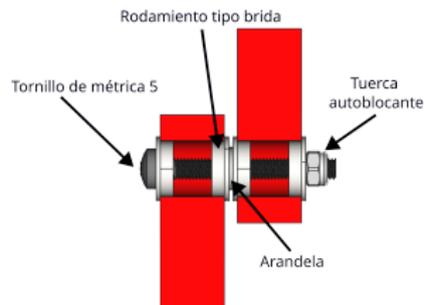
- **Baja fuerza** y capacidad de carga.
- **Holgura** en engranajes y articulaciones los hace inexactos e imprecisos.
- Poco tiempo de vida por el **desgaste** del plástico de sus articulaciones.



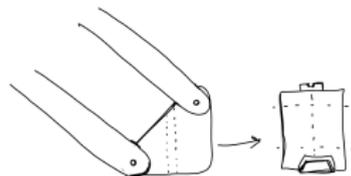
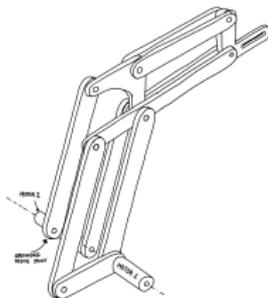
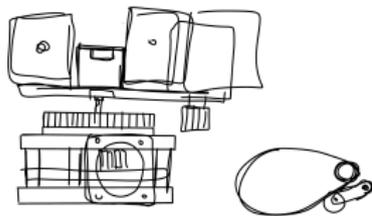
Concepción de la idea: Mejoras

Soluciones y mejoras

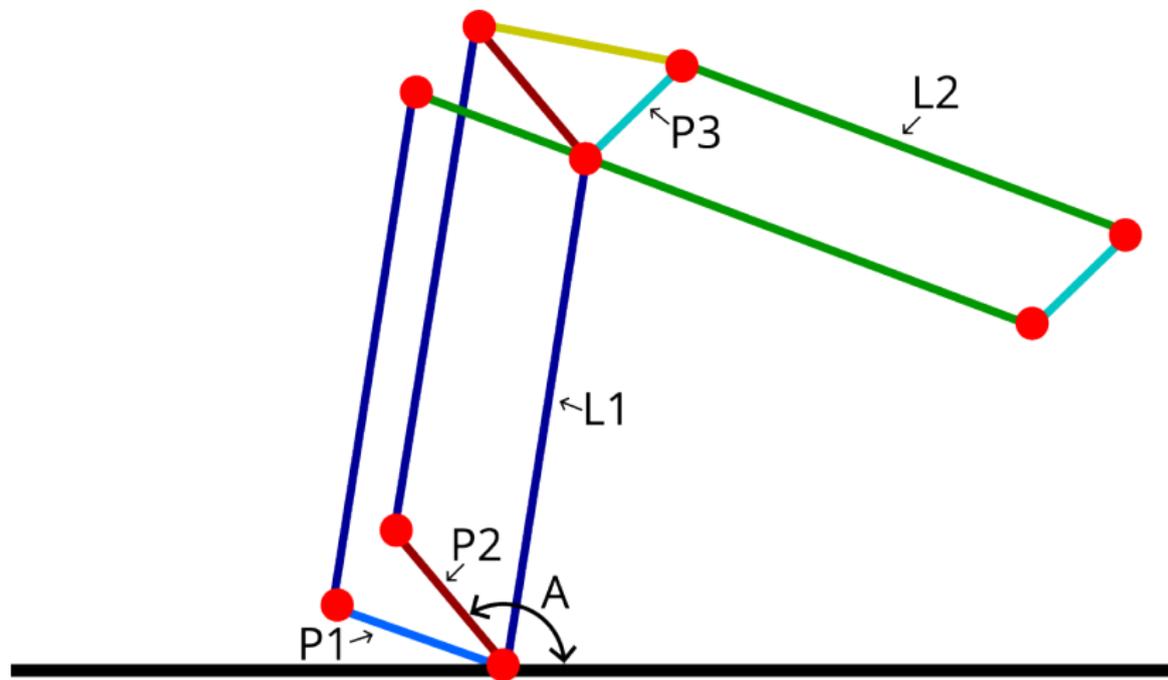
- Utilizar motores más potentes de tipo **paso a paso**, en vez de servos.
- **Correas** dentadas para eliminar la holgura en la reductora del motor.
- **Rodamientos** en articulaciones. Menos fricción y más vida útil.



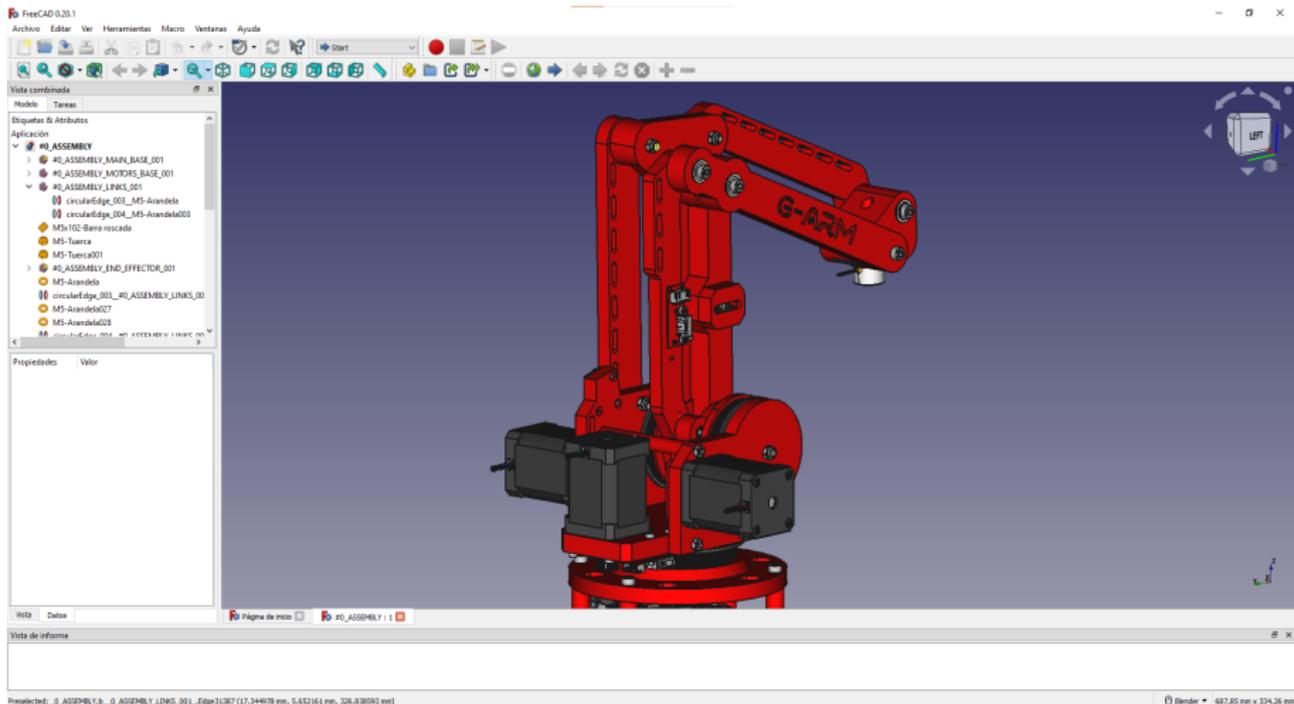
Concepción de la idea: Bocetos



Diseño alámbrico



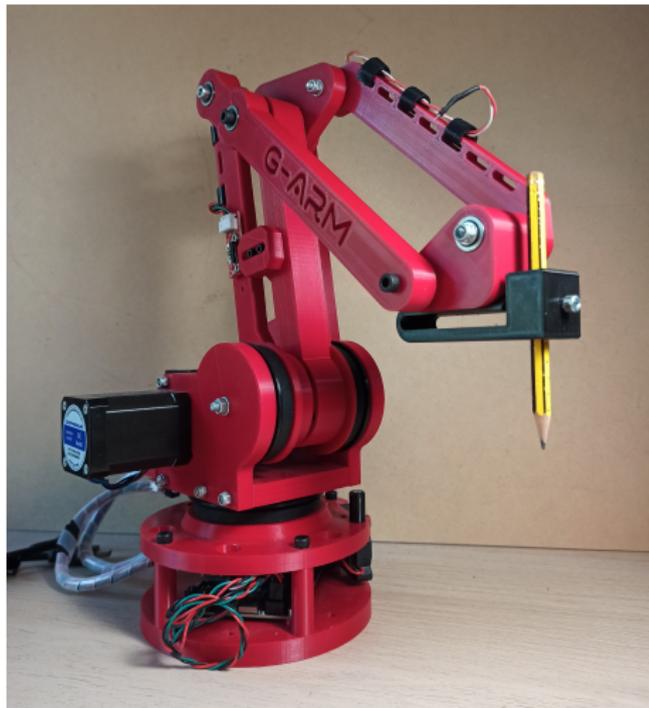
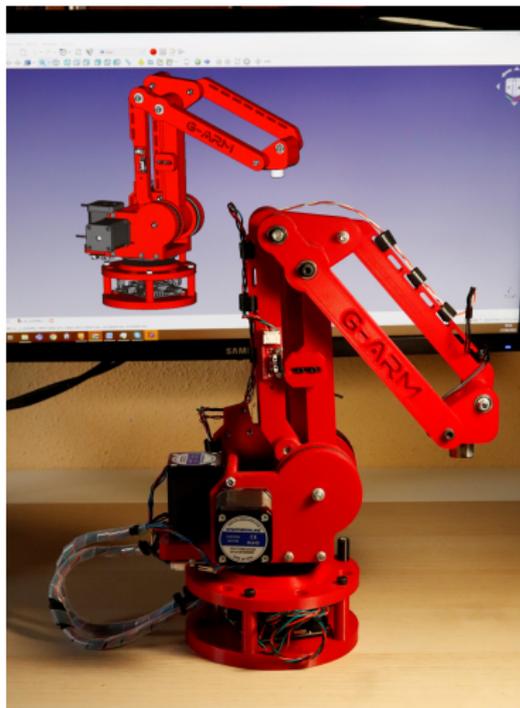
Diseño CAD (FreeCAD)



Impresión y montaje

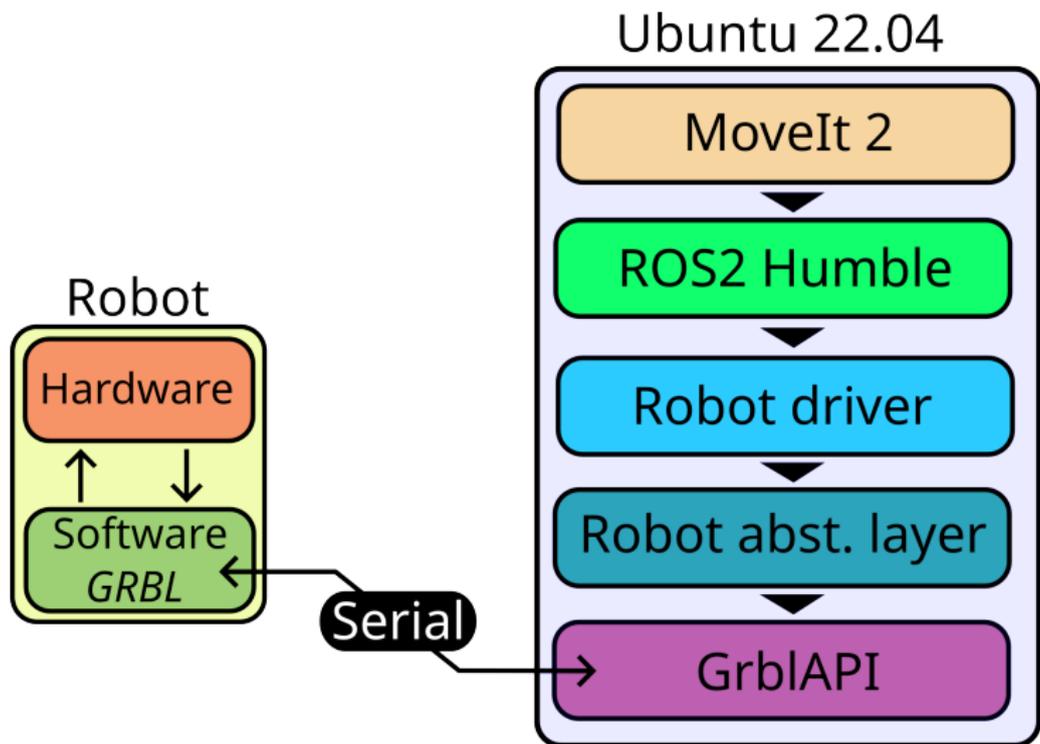


Resultado final

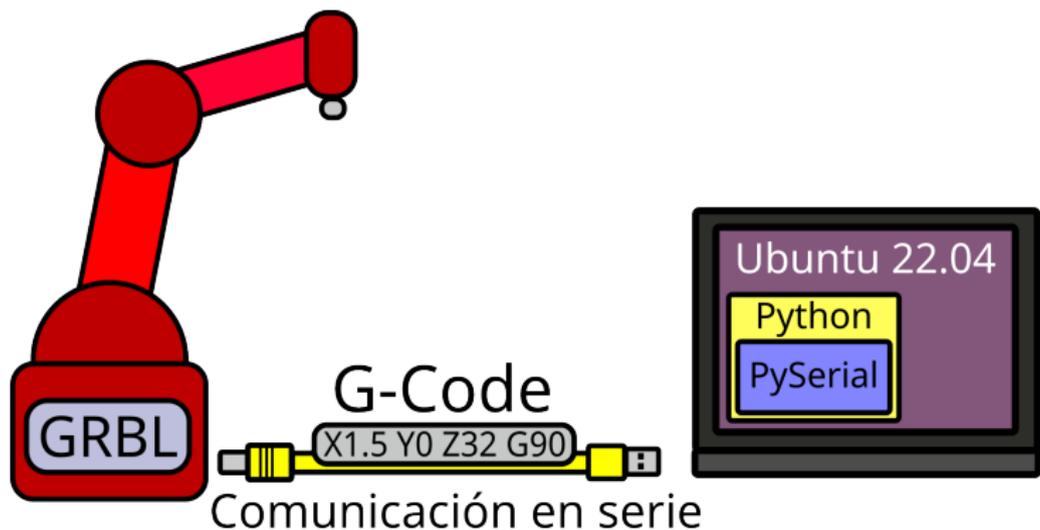


Desarrollo software

Arquitectura software



Grbl y comunicación con el ordenador



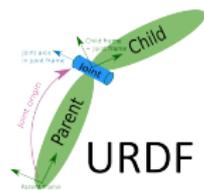
Integración con ROS 2



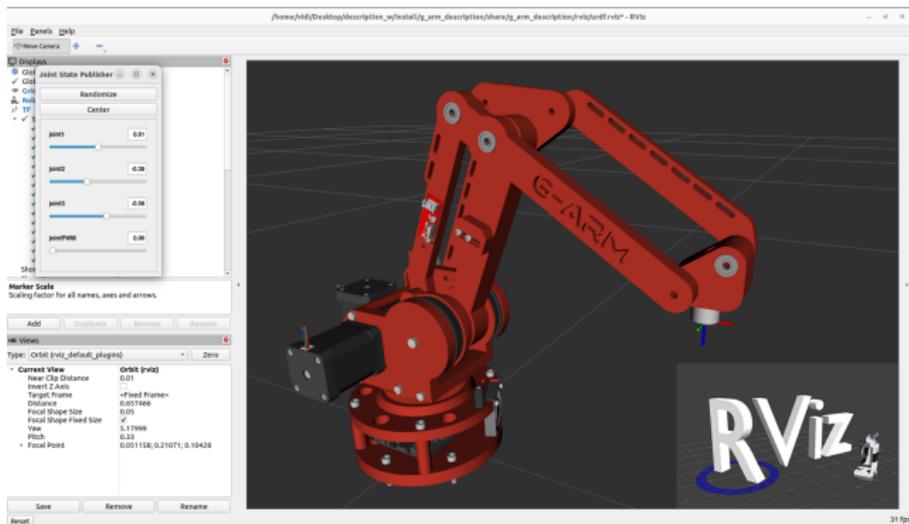
+

COLLADA™

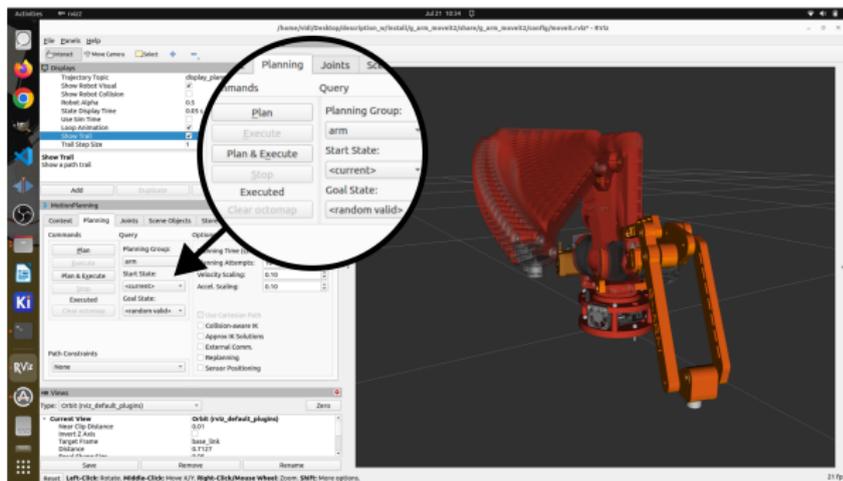
+



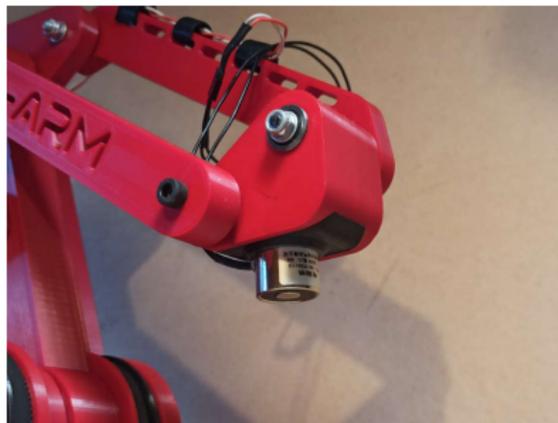
URDF



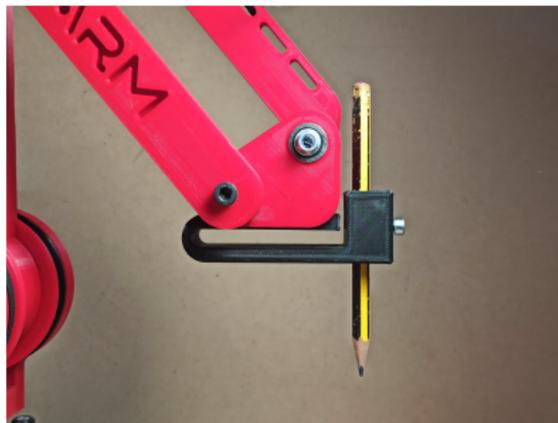
Integración con MoveIt 2



Herramientas disponibles a día de hoy



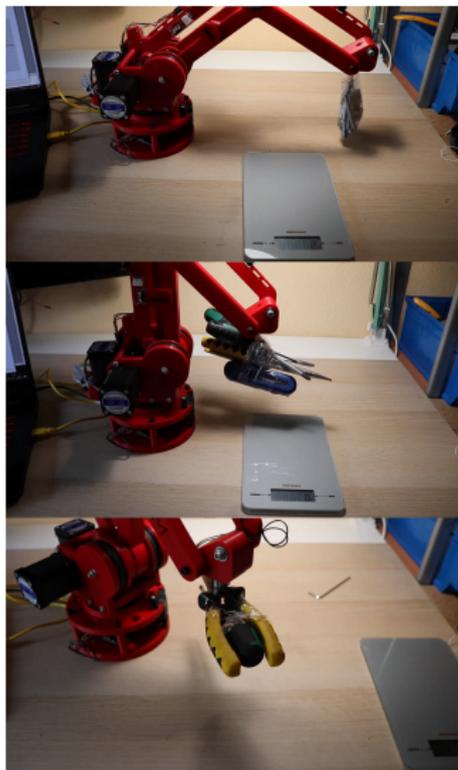
Electroimán



Porta lápices/bolígrafos

Pruebas técnicas

Capacidad de carga

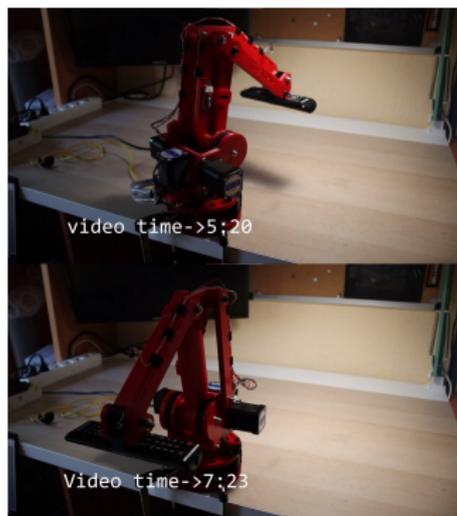


Tres escenarios distintos:

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

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

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 **Movel2**.

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