

PROYECTO ROBOT AUTO-BALANCÍN

"R2-F1P"

SANTIAGO ÁVILA, DIEGO GAJARDO, LEONARDO PIZARRO, DANIELA QUIROZ

ME4250-1 2025

Introducción

El proyecto desarrollado en el curso de Mecatrónica ME4250 consiste en el diseño y construcción de un robot auto-balancín con estética inspirada en R2-F1P, combinando elementos de diseño industrial, control automático y electrónica integrada. El sistema utiliza un controlador PID para mantener el equilibrio dinámico ajustando en tiempo real la velocidad de sus ruedas, compensando inclinaciones y perturbaciones externas.

Este proyecto busca integrar los principales contenidos del curso: selección de motores, implementación de sensores iniciales, diseño CAD, impresión 3D, desarrollo de electrónica mediante PCB y programación de algoritmos de control para lograr un robot capaz de estabilizarse por sí mismo.

Objetivos del proyecto

Objetivo general:

- Diseñar, fabricar e implementar un robot auto-balancín con estética basada en R2-F1P, capaz de mantenerse estable mediante control automático.

Objetivos específicos:

- Modelar en CAD la estructura externa e interna.
- Prototipar e imprimir en 3D las piezas principales.
- Integrar motores paso a paso NEMA17 con controladores A4988, calibrar el sensor MPU6050 y programar el sistema de control PID.
- Entregar de masa y montaje interno.
- Integrar la estética de R2-F1P sin comprometer estabilidad.

Propuesta/Metodología

1. Diseño conceptual y prototipado inicial:

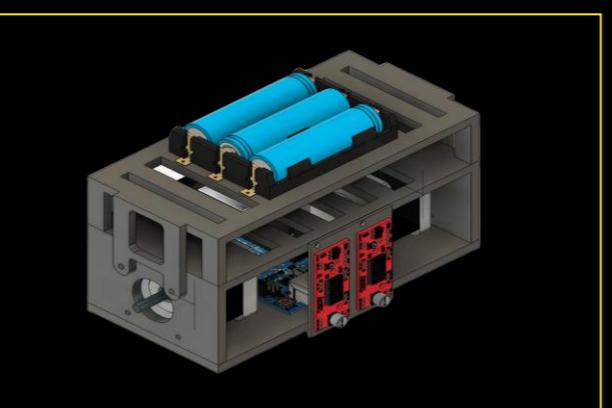
- Construcción de prototipo en cartón.
- Diseño CAD de la estructura inferior.

2. Fabricación 3D y diseño de estructura R2-F1P:

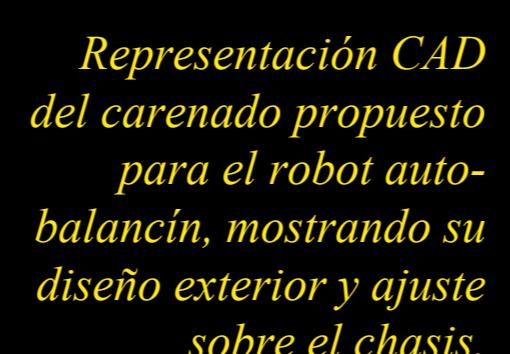
- Modelado detallado de cabeza y cuerpo.
- Impresión 3D en Bambu Lab A1.
- Integración de soportes internos y espacio para electrónica.

3. Integración electrónica y control:

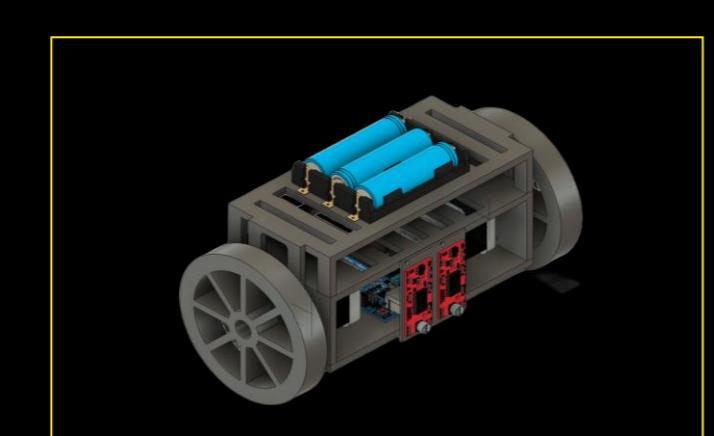
- Selección de motores, controladores A4988, placa Arduino Uno R3, sensor de movimiento MPU6050 y switch para encendido/apagado.
- Integración de baterías ion-litio de 2200 mAh
- Soldadura de PCB y organización del cableado.
- Programación de lectura sensorial y sistema de control PID.
- Calibración del sistema y pruebas dinámicas.



Diseño CAD del chasis del robot autobalanceable, mostrando la disposición de las baterías, la placa Arduino y los controladores de los motores paso a paso.



Representación CAD del carenado propuesto para el robot auto-balancín, mostrando su diseño exterior y ajuste sobre el chasis.



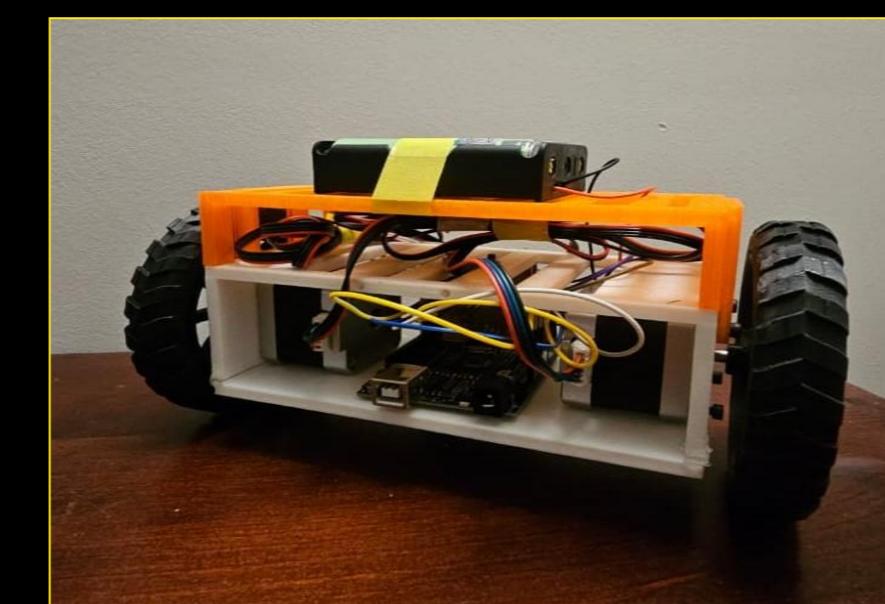
Diseño CAD completo de la base del robot auto-balancín, mostrando la integración del chasis, baterías, electrónica y ruedas motrices.

Resultados & Discusión

La fabricación del robot a partir del modelo CAD permitió obtener un chasis rígido y liviano, capaz de sostener el cuerpo esférico y la cabeza temática de R2-F1P sin comprometer el centro de masa. Las dimensiones finales lograron acomodar motores, batería, PCB y cableado de manera estable y sin interferir con el equilibrio general.

La incorporación de rejillas superiores en el diseño demostró ser funcional: estas aperturas facilitaron el enrutamiento del cableado interno, permitiendo pasar cables entre niveles evitando cruces innecesarios y reduciendo el riesgo de desconexiones accidentales durante las pruebas.

La PCB instalada dentro del chasis permitió distribuir potencia y señales con una estructura más limpia y robusta. Su presencia redujo notablemente la cantidad de cables sueltos, mejorando la fiabilidad del montaje al minimizar ruido eléctrico y falsos contactos.



Vista frontal de la base del robot construida, mostrando la integración de la electrónica (drivers, motores paso a paso, placa y cableado) dentro del chasis impreso en 3D.



Vista posterior de la plataforma base del robot auto-balancín, donde se aprecian los controladores de motor paso a paso y el cableado de la electrónica.

Durante las pruebas iniciales de encendido, los drivers A4988, el sensor MPU6050 y el microcontrolador respondieron correctamente. Tras la sintonización del controlador se fijaron las constantes PID en $K_p = 250$, $K_i = 0$ y $K_d = 30$, parámetros con los que la base del robot logró recuperar el equilibrio de forma rápida y sin oscilaciones apreciables frente a pequeñas perturbaciones.

En cuanto al comportamiento mecánico, la estructura soportó sin deformaciones el peso conjunto de la electrónica, motores y batería. Las ruedas acopladas a los motores giraron de forma estable. Además, la ubicación interna de los componentes contribuyó a mantener un centro de masa bajo, aspecto clave para la estabilidad general del robot.

Conclusiones

El proyecto logró integrar exitosamente diseño mecánico, electrónica y control automático en un robot auto-balancín, inspirado en R2-F1P. El prototipo actual demuestra estabilidad parcial y un correcto funcionamiento del sistema sensorial y la electrónica interna.

Aunque la estabilidad no es todavía perfecta, el robot responde adecuadamente a pequeñas perturbaciones y cuenta con una estructura robusta y funcional. Las próximas etapas se centran en la sintonización fina del PID y la mejora de la respuesta de los motores, lo que permitirá alcanzar un balance más rápido y estable.

Referencias

<https://github.com/Grupo-4-ME4250-1-2025-2/Proyecto-Robot-Auto-Balancin.git>

