



# ROBOT CADRÚPEDO

Diseño, construcción y control de un sistema cuadrúpedo autónomo.

## EQUIPO DE DESARROLLO

AL Alba López del Águila

AV Álvaro Valencia Maiquez

DG Daniel Guillén Badiola

Enero 2026

# Introducción y Objetivos



## El Sistema

Diseño y construcción de un **robot cuadrúpedo autónomo** que integra mecánica, electrónica y software.

- Control basado en ROS 2
- Electrónica embarcada
- Locomoción de 12 GDL



## Objetivos de las Pruebas

### PRUEBA 1

#### Desplazamiento

- ➡ 1 metro paralelo a pared
- ➡ Carga de 250g

### PRUEBA 2

#### Navegación

- ➡ Área de 2m<sup>2</sup>
- ➡ Evasión obstáculos



### Restricciones

DIMENSIONES  
≤ 30×30×30  
cm

ENERGÍA  
Batería  
recargable

VALIDACIÓN  
Autonomía  
Real

# Arquitectura General



# Diseño Mecánico

## Configuración Estructural

- Chasis central compacto y rígido
- 4 patas articuladas (3 segmentos)
- Módulo superior con cúpula giratoria

## Fabricación y Materiales

MATERIAL

PLA (Ácido  
Poliláctico)

TÉCNICA

Impresión 3D FDM

Iteración rápida de diseño para ajuste de servomotores y reducción de peso.

## Modelado y Simulación

CAD 3D

URDF EXPORT

GAZEBO

RVIZ2

Centro de Gravedad (CoG)

Bajo y Centrado

Estabilidad optimizada



# Componentes Electrónicos

## Actuadores

**14x MG90S Micro Servos**

Par: 2 kg/cm (4.8V)

Velocidad: 0.1s / 60°

PWM

## Unidad de Control

Raspberry Pi 3 B+

Master

PCA9685 Driver

I<sup>2</sup>C Interface

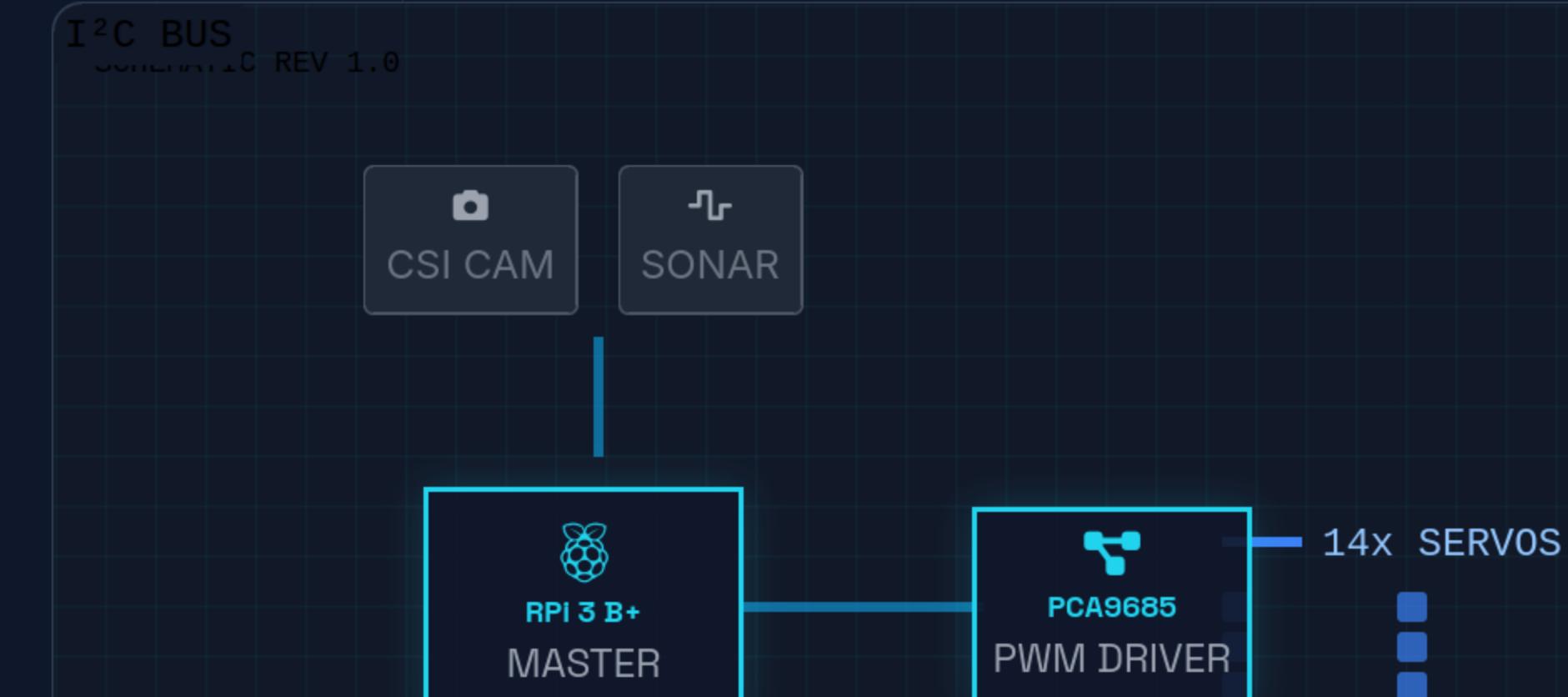
## Percepción y Energía

### SENORES

- HC-SR04 (Sonar)
- Cámara OV5647

### ALIMENTACIÓN

- LiPo 3S 11.1V
- DC-DC (5V/6V)



- Bus I<sup>2</sup>C estable para control sincronizado de 12 articulaciones

SYS\_DIAGRAM

# Sistema de Control



## Arquitectura ROS 2

Estructura modular basada en **nodos independientes** que se comunican mediante topics (publicador/suscriptor).

- **Nodo de Movimiento**  
Generación de trayectorias

- **Cinemática Inversa (KI.py)**  
Cálculo de ángulos articulares



## Control de Actuadores

### COMUNICACIÓN

#### Protocolo I<sup>2</sup>C

Conexión directa entre Raspberry Pi y controlador PCA9685.

➡ Alta velocidad

### SEÑAL

#### Salida PWM

Control preciso de los 14 servomotores.

↗ 16 canales



**Interfaz de Usuario**  
CONTROL REMOTO



**Mando PS4**  
Vía Topics ROS 2



**Teleoperación**  
Comandos Seguros

# Cinemática y Movimiento



## Cinemática Inversa

Algoritmo matemático que convierte la posición deseada ( $x, y, z$ ) en los ángulos exactos para los 3 servomotores de cada pata.

01

Orientación (Hip)

02

Articulaciones

03

Validación

Comprobación espacio de trabajo



## Patrón de Marcha

Máquina de estados finitos priorizando la estabilidad estática:

**Elevación**

Levantar extremo

**Avance**

Movimiento aéreo

**Apoyo**

Contacto suelo



## Navegación Reactiva

Basada en sensor ultrasónico

LÓGICA

Distancia <  
Umbral

ACCIÓN

Giro  
Evasivo

# Prueba 1: Desplazamiento

## Registro de Ensayos

ENSAYO	DISTANCIA (M)	TIEMPO (s)	ESTABILIDAD	RESULTADO
#01	1.02	48	●●●●	✓ SUPERADO
#02	1.01	52	●●●●	✓ SUPERADO
#03	1.03	50	●●●●	✓ SUPERADO

Carga constante: 250g

ESTADO GLOBAL  
**CUMPLIDO**



TIEMPO MEDIO

**50.0 s**

↓ 16.6% margen



DISTANCIA MEDIA

**1.02 m**

✓ Objetivo OK



VALIDACIÓN DE CARGA

**250g Transportados**

Sin fallos en articulaciones (MG90S)



💡 Requisito de tiempo: < 60 segundos. Requisito de distancia: ≥ 1.00 m.

# Prueba 2: Navegación Autónoma

## Registro de Ensayos

Área: 2m<sup>2</sup> | Límite: <120s

ENSAYO	TIEMPO (s)	OBSTÁCULOS	PAREDES	RESULTADO
#01	97	3	4 /4	✓ SUPERADO
#02	95	2	4 /4	✓ SUPERADO
#03	102	4	4 /4	✓ SUPERADO

ESTADO GLOBAL  
**CUMPLIDO**



TIEMPO MEDIO  
**98.0** s  
✓ < 120s

COBERTURA  
**100** %  
4 paredes alcanzadas

### Cumplimiento de Requisitos

- ✓ Dimensiones ( $\leq 30 \times 30 \times 30$  cm)
- ✓ Alimentación Batería (LiPo 3S)

# Conclusiones y Cierre



## Logros del Proyecto

- ✓ **Robot Funcional Completo**  
Sistema cuadrúpedo estable capaz de operar con autonomía.
- ✓ **Integración Exitosa**  
Coordinación correcta entre mecánica (chasis/patas), electrónica (controladores/sensores) y software (ROS 2).
- ✓ **Cumplimiento de Requisitos**  
Superadas pruebas de carga (250g) y navegación con evasión de obstáculos.

## EQUIPO DE DESARROLLO



**Alba López del Águila**

Ingeniería Robótica



**Álvaro Valencia Maiquez**

Ingeniería Robótica



**Daniel Guillén Badiola**

Ingeniería Robótica

## MEJORA 1



### Integración IMU

Para mejorar la estimación de orientación y estabilidad en terrenos irregulares.

## MEJORA 2



### Sensor LiDAR

Sustitución de ultrasonidos para mapeo preciso y percepción avanzada del entorno.

# Gracias

¿Preguntas?