



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 2m²
-  Evasión obstáculos



Restricciones

DIMENSIONES
≤ 30×30×30
cm

ENERGÍA
Batería
recargable

VALIDACIÓN
Autonomía
Real

Arquitectura General

Sistema Mecánico

- > **Chasis Central:** Estructura rígida portante.
- > **Patas Articuladas:** 3 GDL por pata (Cadera + 2 Elevación).
- > **Módulo Superior:** Cúpula orientable independiente.



ROBOT CUADRÚPEDO

Núcleo Central

PATAS

4

GDL TOTAL

12

CABEZA

Giratoria



Sistema Electrónico

- > **Actuadores:** 12 servomotores MG90S + 1 servo cabeza + 1 servo sonar.
- > **Sensores:** Ultrasonidos HC-SR04 y Cámara OV5647.
- > **Potencia:** Batería LiPo 3S con regulación DC-DC.



Control y Software

ARQUITECTURA

Nodos ROS 2

UNIDAD DE PROCESO

Raspberry Pi 3B+

- ✓ Cinemática Inversa y Patrón de Marcha
- ✓ Navegación Reactiva

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

GRID: 20mm

STATUS

● READY FOR SIMULATION

MAX 300 mm

MAX 300 mm

SCALE: 1:2

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+

PCA9685 Driver

Master

I²C Interface

Percepción y Energía

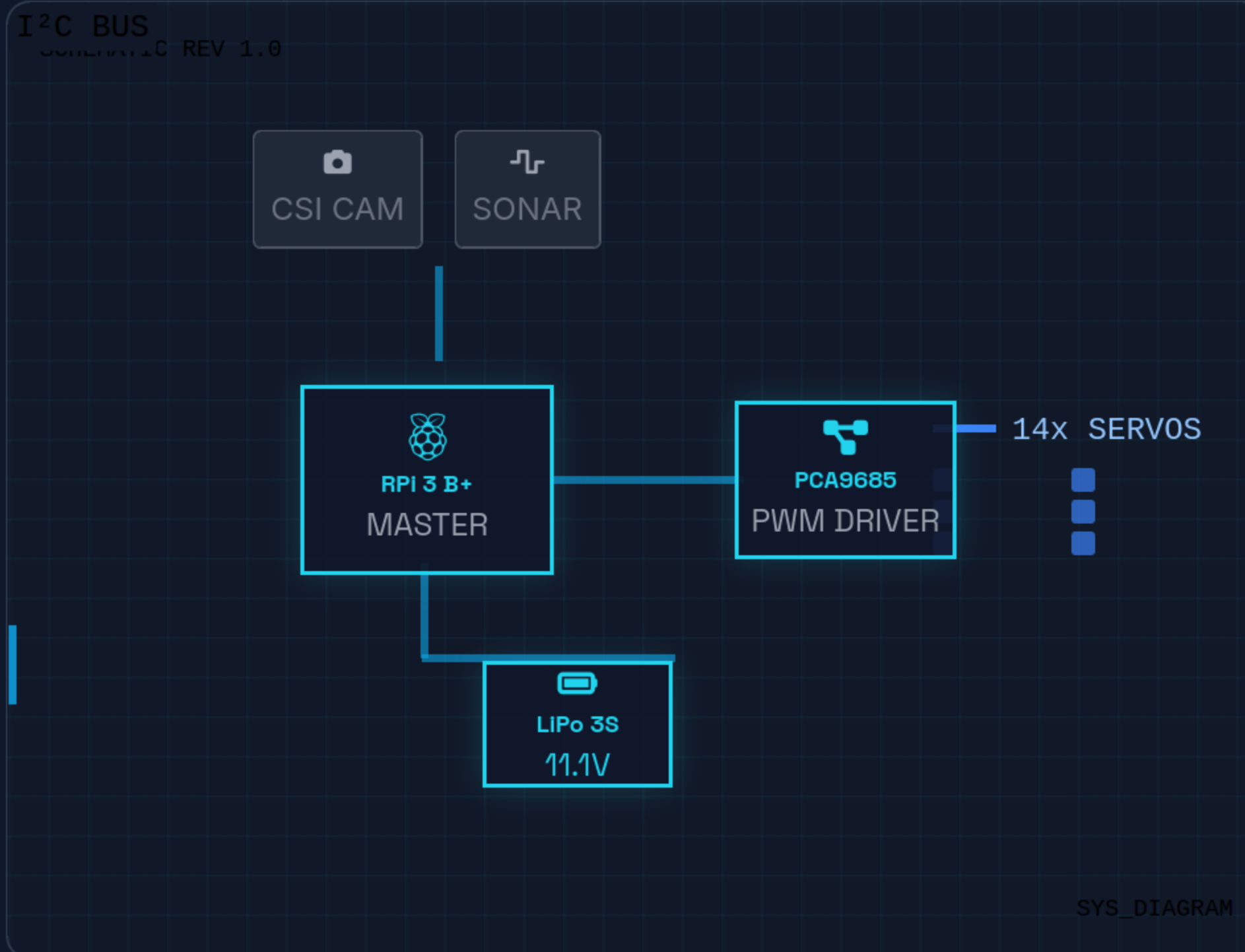
SENSORES

- HC-SR04 (Sonar)
- Cámara OV5647

ALIMENTACIÓN

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

- Bus I2C estable para control sincronizado de 12 articulaciones



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 (Kl.py)**
Cálculo de ángulos articulares



Control de Actuadores

COMUNICACIÓN

Protocolo I²C

Conexión directa entre Raspberry Pi y controlador PCA9685.

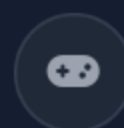
↔ Alta velocidad

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

Carga constante: 250g

ENSAYO	DISTANCIA (M)	TIEMPO (S)	ESTABILIDAD	RESULTADO
#01	1.02	48	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	✓ SUPERADO
#02	1.01	52	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	✓ SUPERADO
#03	1.03	50	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	✓ SUPERADO

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

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)



Prueba 2: Navegación Autónoma

Registro de Ensayos

Área: 2m² | 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 (≤ 30×30×30 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.

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.

EQUIPO DE DESARROLLO



Alba López del Águila
Ingeniería Robótica



Álvaro Valencia Maiquez
Ingeniería Robótica



Daniel Guillén Badiola
Ingeniería Robótica

Gracias

¿Preguntas?