

# Evaluación Final: Modelado y Simulación de un Robot Cuadrúpedo con Validación Visual en Webots

Curso: Programación Científica  
Facultad de Ingeniería

**Plazo de entrega:** Viernes 4 de julio de 2025, 18:20 hrs

## Objetivo

El objetivo de este examen es modelar y simular la marcha de un robot cuadrúpedo mediante ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs), aplicar una estrategia de optimización para mejorar el desempeño locomotor, y validar los resultados en un entorno de simulación visual como Webots.

## Descripción del trabajo

Cada estudiante deberá:

1. Formular un sistema de EDOs que describa el movimiento angular de las patas del robot cuadrúpedo (por ejemplo, mediante modelos de péndulo o generadores de patrones centrales acoplados).
2. Resolver el sistema propuesto utilizando `solve_ivp` de `scipy.integrate` u otra herramienta pertinente.
3. Visualizar los resultados: ángulos articulares, fases de marcha, trayectoria del centro de masa, etc.
4. Aplicar una estrategia de optimización para mejorar el desplazamiento, la estabilidad o la eficiencia energética del sistema (por ejemplo, ajustar las fases de acoplamiento entre patas).
5. Implementar el modelo de marcha en un robot cuadrúpedo en Webots, mapeando los resultados obtenidos en el modelo matemático al movimiento del robot virtual.
6. Registrar un video de validación de la locomoción en Webots y redactar un informe técnico del trabajo.

## Entregables

- Informe en formato IEEE (6–8 páginas).

- Código Python (simulación, optimización, visualización).
- Código del controlador Webots en Python.
- Video en formato MP4 demostrando la marcha en Webots (duración máxima: 5 minutos) y la comparación entre la simulación matemática y el comportamiento virtual.

## Evaluación

Criterio	Ponderación
Formulación matemática y resolución numérica	25%
Optimización e interpretación de resultados	25%
Simulación visual en Webots	25%
Calidad del informe técnico	15%
Claridad del video y documentación del código	10%

## Referencias recomendadas

- A.J. Ijspeert, *Central Pattern Generators for Locomotion Control in Animals and Robots*, Neural Networks, 2008.  
<https://doi.org/10.1016/j.neunet.2008.03.014>
- Kamimura et al., *Automatic Locomotion Pattern Generation for Modular Robots*, ICRA 2004.  
<https://doi.org/10.1109/ROBOT.2004.1308101>
- Narang et al., *Quadruped Robot Locomotion via Reinforcement Learning and Optimal Control: A Review*, Frontiers in Robotics and AI, 2022.  
<https://doi.org/10.3389/frobt.2022.860991>

**Nota:** El trabajo debe ser original. Cualquier caso de plagio o copia será penalizado según el reglamento académico con calificación mínima.