



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

# Control de una Mini- motocicleta Autónoma

---

Trabajo Fin de Grado

Ingeniería Electrónica Industrial

Juan Carlos Saavedra Trujillo

Supervisado por:

Prof. Dr. D. Gonzalo Olivares Ruiz

Universidad de Granada

Junio 2019

## Resumen

En este trabajo fin de grado se presenta el modelado y posterior control de una mini motocicleta autónoma, que se utilizará para enseñar acerca de los sistemas de control. El modelo se construye inicialmente a partir de un diseño CAD para posteriormente ser integrado en Simulink, junto con los módulos de control. Se realiza la modelización del sistema completo, incluyendo partes mecánicas, sensores, actuadores y comportamiento de las ruedas con el suelo, para conseguir una reacción similar al de la motocicleta física. Basándose en las ecuaciones matemáticas que definen el comportamiento del sistema, se diseñan un controlador PI para la velocidad, y dos controladores para la inclinación, uno PID y otro LQR en el espacio de estados. Para verificar que el modelo funciona según lo previsto, también se prueban los controladores diseñados en la motocicleta física.

**Palabras Clave:** Motocicleta Autónoma, Control Digital, Control PID, Control LQR, Simscape, Aprendizaje Experimental.

## Abstract

In this thesis, the modelling and subsequent control of an autonomous mini motorcycle, which will be used to teach about control systems, is presented. The model is initially built from a CAD design and then integrated into Simulink, together with the control modules. The modelling of the complete system, including the mechanical parts, sensors, actuators and the behaviour of the wheels with the ground, is carried out, to achieve the same behaviour as that of the physical motorcycle. Based on the mathematical equations that define the behaviour of the system, a PI controller is designed for speed, and two controllers for the inclination, one PID and another LQR in the state space are designed. To verify if the model works as intended, the designed controllers are tested on the physical motorcycle, too.

**Keywords:** Autonomous Motorcycle, Digital-Control, PID controller, State space controller, LQR control, Simscape Multibody Simulation, Experimental Learning.