

# Sistema de carga modular y aterrizaje de precisión para enjambre de drones

José Alberto Castro Villasana, José Eduardo Castro Villasana,  
Ana Bárbara Quintero García

Una Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería en Conformidad con los  
Requisitos para el Grado de Ingeniero en Tecnologías Electrónicas y Robótica,  
Ingeniero en Mecatrónica



**UDEM**

Universidad de Monterrey  
Departamento de Ingeniería y Tecnologías  
San Pedro Garza García, México

Diciembre 2024

Asesor:  
Fermín Castro

# Contents

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>2</b>
1.1	Contexto General y Motivación . . . . .	2
1.1.1	Contexto del Problema . . . . .	2
1.1.2	Importancia del Problema . . . . .	2
1.2	Estado del Arte . . . . .	2
1.2.1	Revisión Breve del Estado del Arte . . . . .	2
1.2.2	Limitaciones de las Soluciones Actuales . . . . .	2
1.3	Planteamiento del Problema . . . . .	3
1.3.1	Definición Clara del Problema . . . . .	3
1.3.2	Preguntas de Investigación . . . . .	3
1.4	Objetivos . . . . .	3
1.4.1	Objetivo General . . . . .	3
1.4.2	Objetivos Específicos . . . . .	3
1.5	Justificación . . . . .	4
1.5.1	Relevancia del Proyecto . . . . .	4
1.5.2	Impacto Potencial . . . . .	4
1.6	Alcance y Limitaciones . . . . .	4
1.6.1	Alcance del Trabajo . . . . .	4
1.6.2	Limitaciones del Estudio . . . . .	4
1.7	Metodología General . . . . .	4
1.7.1	Enfoque Metodológico . . . . .	4
1.7.2	Herramientas y Tecnologías . . . . .	4
1.8	Estructura de la Tesis . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>7</b>

# Chapter 1

## Introducción

### 1.1 Contexto General y Motivación

#### 1.1.1 Contexto del Problema

Los enjambres de drones enfrentan desafíos significativos en términos de eficiencia de carga y aterrizaje automático preciso. Actualmente, las estaciones de carga existentes no permiten la carga de múltiples drones y no pueden asegurar un aterrizaje en una posición exacta, lo cual limita su autonomía y funcionalidad.

#### 1.1.2 Importancia del Problema

Este problema es relevante debido a la creciente adopción de drones en diversas industrias, como la vigilancia, la entrega de mercancías, y la agricultura de precisión. La falta de estaciones de carga eficientes y precisas limita su uso continuo y autónomo, requiriendo intervención humana constante, lo cual reduce la eficiencia operativa y aumenta los costos.

### 1.2 Estado del Arte

#### 1.2.1 Revisión Breve del Estado del Arte

Investigaciones recientes han propuesto el uso de transferencia inalámbrica de energía y métodos avanzados de carga, como los basados en visión e infrarrojos, para abordar los desafíos de la carga eficiente y el aterrizaje preciso de drones [?]. Estos avances buscan mejorar la autonomía de los drones y reducir la necesidad de intervención humana.

#### 1.2.2 Limitaciones de las Soluciones Actuales

Las soluciones actuales presentan limitaciones significativas, como la falta de modularidad y la incapacidad de cargar múltiples drones de manera simultánea. Además, la precisión durante el aterrizaje sigue siendo un reto, especialmente en entornos dinámicos o poco estructurados [?].

## **1.3 Planteamiento del Problema**

### **1.3.1 Definición Clara del Problema**

El problema principal radica en la falta de estaciones de carga modulares y autónomas que aseguren un aterrizaje preciso y la carga eficiente de múltiples drones. Este trabajo busca desarrollar una solución que permita la carga simultánea y segura de múltiples drones sin intervención humana.

### **1.3.2 Preguntas de Investigación**

- ¿Cómo se puede desarrollar una estación de carga modular que permita la carga simultánea de múltiples drones? - ¿Qué tecnologías de localización y visión pueden ser implementadas para asegurar un aterrizaje preciso?

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar, manufacturar e instrumentar una base de carga inalámbrica para cuadricópteros de arquitectura abierta, y desarrollar un sistema de aterrizaje mediante el uso de sensores de localización y un sistema de visión, para asegurar una integración eficaz y segura entre el cuadricóptero y su sistema de carga.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un diseño CAD para la base de carga inalámbrica, asegurando que sea compatible con cuadricópteros de arquitectura abierta y que cumpla con los requisitos de eficiencia y seguridad para la carga de baterías.
- Manufacturar la base de carga para el enjambre de drones.
- Adaptar el diseño actual del dron de arquitectura abierta a la base de carga.
- Manufacturar un cuadricóptero e instrumentarlo con una cámara de visión y sensores de localización.
- Programar un sistema de aterrizaje que permita una buena estabilización y posicionamiento del cuadricóptero durante el aterrizaje, asegurando una interacción segura con la base de carga.

## **1.5 Justificación**

### **1.5.1 Relevancia del Proyecto**

Este proyecto es importante porque busca resolver un problema crucial en la operación continua y autónoma de enjambres de drones. Al mejorar la eficiencia de la carga y la precisión del aterrizaje, se contribuye al desarrollo de aplicaciones autónomas más seguras y eficientes en diversas industrias.

### **1.5.2 Impacto Potencial**

Los resultados de este proyecto podrían tener un impacto significativo en la industria de la logística, la vigilancia y la agricultura de precisión, permitiendo la operación autónoma y segura de drones sin necesidad de intervención humana constante, lo cual aumentaría la eficiencia operativa y reduciría costos.

## **1.6 Alcance y Limitaciones**

### **1.6.1 Alcance del Trabajo**

Este trabajo se centrará en el diseño, manufactura e instrumentación de una base de carga inalámbrica para cuadricópteros, y en el desarrollo de un sistema de aterrizaje preciso utilizando sensores y visión por computadora. Las pruebas se llevarán a cabo en un entorno controlado.

### **1.6.2 Limitaciones del Estudio**

El proyecto no considerará la escalabilidad a entornos exteriores con condiciones climáticas adversas ni la integración con otros tipos de drones que no sean de arquitectura abierta. Además, se limitará a la evaluación de prototipos en un entorno de prueba específico.

## **1.7 Metodología General**

### **1.7.1 Enfoque Metodológico**

Se utilizará un enfoque de diseño iterativo para construir el prototipo de la estación de carga. Las fases incluirán diseño CAD, manufactura, instrumentación de sensores, y pruebas experimentales para validar el aterrizaje y la carga de los drones.

### **1.7.2 Herramientas y Tecnologías**

Las principales herramientas y tecnologías incluyen software CAD para el diseño, impresión 3D para la manufactura de componentes, sensores de visión por computadora para la localización, y algoritmos de control para la estabilización durante el aterrizaje.

## **1.8 Estructura de la Tesis**

El capítulo 2 presentará una revisión detallada del estado del arte en sistemas de carga para drones. El capítulo 3 describirá la metodología empleada para el desarrollo del prototipo. El capítulo 4 discutirá los resultados obtenidos durante las pruebas, y el capítulo 5 incluirá las conclusiones y recomendaciones para futuros trabajos.

## Chapter 2

# Desarrollo

## Chapter 3

# Conclusiones



# Bibliography

[1] Autor, “Título del artículo o libro”, Año.