Capítulo I – Problema

## I.1 – Planteamiento del problema

En tiempos recientes, con el desarrollo de las telecomunicaciones y la microelectrónica, existe una tendencia hacia el desarrollo de vehículos aéreos no tripulados, ya sea manejados a distancia o autónomos. En particular, se ha dado especial atención al desarrollo de multi-rotores, ya que estos brindan una gran maniobrabilidad y precisión durante el vuelo, características muy útiles para tareas de reconocimiento, vigilancia y exploración. Entre los multi-rotores, sobre el que se ha mayor interés en la actualidad, y sobre el cual se trabajará en el siguiente Trabajo Especial de Grado, es el cuadricóptero: un multi-rotor propulsado por cuatro motores posicionados en forma de cruz.

Muchas ideas sobre desarrollo de cuadricópteros vienen de épocas anteriores al descubrimiento del transistor, y sólo han podido llevarse a cabo en tiempos recientes, debido al avance de los microprocesadores y las baterías químicas. En principio sólo organizaciones militares y de investigación podían participar en el desarrollo de los cuadricópteros, por el alto costo de la microelectrónica en sus primeros años. Pero con el paso del tiempo, el desarrollo de cuadricópteros se ha convertido en un proyecto asequible entre aficionados a la electrónica e investigadores su construcción y estudio, ya que estos pueden acudir a un mercado muy competitivo de piezas y componentes de construcción de estos vehículos, y existe una gran cantidad de información relacionada en la Internet. Incluso, hay importantes proyectos de larga difusión, como el caso de Arduino o Raspberry Pi, que pueden brindar al usuario común la oportunidad de aproximarse al desarrollo de cuadricópteros facilitando el diseño y construcción de circuitos electrónicos, y la programación de los mismos.

Para usuarios novatos y con el prospecto de realizar proyectos de bajo coste, se han desarrollado trabajos como **[Nadales 2009]** y **[Burkamshaw 2010],** que han planteado el uso de diversas plataformas de hardware y software para la construcción de cuadricópteros de bajo coste. Pero, no se ha logrado la estandarización de los sistemas de control de estabilidad y altura para dichas plataformas, ni de una plataforma de pruebas para el ajuste de parámetros de dichos sistemas de control.

Se propone desarrollar en el siguiente Trabajo Especial de Grado un algoritmo de control proporcional-integral-derivativo para regularizar la posición angular y altura de un cuadricóptero en vuelo.

## I.2 – Objetivos

### I.2.1 - Objetivo General:

Diseñar e implementar un algoritmo Proporcional-Integral-Derivativo que permita estabilizar la posición angular y altura de un cuadricóptero desarrollado sobre la plataforma Arduino.

### I.2.2 - Objetivos Específicos:

* Diseñar e implementar un cuadricóptero con una unidad de control basada en Arduino.
* Diseñar e implementar una interfaz de comunicación inalámbrica entre el cuadricóptero y una computadora para tareas de encendido, apagado, movimientos simples en tres dimensiones y recopilación de información de los sensores del cuadricóptero.
* Diseñar e implementar una interfaz de comunicación para la obtención y análisis de datos por telemetría.
* Diseñar e implementar un algoritmo Proporcional-Integral-Derivativo que permita la estabilización del cuadricóptero.
* Diseñar e implementar una plataforma de pruebas en tiempo real.

## I.3 - Alcance

El siguiente Trabajo Especial de Grado tiene como alcance el desarrollo de un algoritmo Proporcional-Integral-Derivativo para la estabilización angular y de altura de un cuadricóptero. El cuadricóptero en cuestión poseerá una unidad de control basada en la plataforma Arduino, y, para objeto de pruebas, podrá establecer comunicación con un agente externo que permitirá realizar las siguientes acciones:

* Encendido y apagado del cuadricóptero de forma remota.
* Control remoto de los movimientos del cuadricóptero desde la computadora. Se implementarán una serie de comandos de control los cuales permitirán mover el cuadricóptero hacia arriba, abajo, adelante, atrás, izquierda, y derecha; sin poder combinar entre sí estos movimientos.
* Obtención y visualización de datos de los sensores de posición angular y altura para evaluar la eficiencia del algoritmo y la estabilidad del robot.

## I.4 - Limitaciones

- La plataforma a utilizar para el manejo del cuadricóptero fue un microcontrolador Arduino Nano 3.0, que trabaja a una frecuencia máxima de 16MHz.

- El sistema utilizó una batería de 1350mAh que sirvió para alimentar a los motores, y tuvo una duración de entre 10 y 15 minutos de uso continuo.

- El sensor de ultrasonido HC-SR04 que se utilizó para medir la distancia respecto al suelo del cuadricóptero, tiene un rango máximo de cuatro metros. Por la magnitud de los retardos que deben programarse para medir largas distancias, los cuales pueden afectar la estabilidad del sistema en vuelo, se limitó la altura de vuelo máxima del cuadricóptero a un metro.

- El cuadricóptero durante el vuelo no puede detectar objetos a su alrededor ni evadirlos, por lo cual el ambiente de pruebas debe estar totalmente despejado.

- Sólo se programó al cuadricóptero para realizar seis movimientos simples guiados por el usuario: adelante, atrás, izquierda, derecha, ascenso y descenso.

- Las pruebas en tiempo real fueron realizadas en un ambiente a puerta cerrada.

## I.5 - Justificación

Considerando la situación económica actual de la nación, se considera que el presente Trabajo Especial de Grado representa un aporte al desarrollo de cuadricópteros de bajo coste**,** que pueden ser útiles para propósitos de investigación, educativos, y para el desarrollo de tecnología en el país. En particular, el presente Trabajo Especial de Grado busca complementar y mejorar la plataforma para cuadricópteros de bajo coste basada en Arduino desarrollada en **[Nadales 2009]**, mediante la implementación de los sistemas de control de posición angular y altura, y la obtención de datos por telemetría.