Situación actual del Trabajo Especial de Grado

# Productos desarrollados hasta el momento

A continuación se detallan los productos desarrollados durante el desarrollo de la tesis:

* Primer prototipo del circuito de control de motores DC.
* Segundo prototipo del circuito de control de motores DC y regulación de voltaje.
* Circuito de lógica, comunicación y sensores.
* Base de madera para pruebas del cuadricóptero en un eje.
* Protocolo y algoritmo de comunicación para enviar comandos al cuadricóptero mediante XBEE.
* Protocolo y algoritmo de comunicación para envío y recepción de datos de sensores al cuadricóptero mediante XBEE.
* Interfaz para envío de comandos al cuadricóptero por MATLAB
* Lectura y filtrado de datos de unidad de medida inercial para medición de ángulos de inclinación del cuadricóptero.
* Desarrollo de algoritmo de control del cuadricóptero.

# Situación actual

* Todos los prototipos de cuadricóptero desarrollados se apoyan sobre un chasis de cuadricópteros Draganflyer V.
* Se ha concluido la construcción del segundo prototipo del cuadricóptero. La electrónica y algoritmos de lectura y filtrado de datos de los sensores, ambos desarrollados por los miembros, se encuentran funcionando satisfactoriamente.
* Se ha diseñado e implementado exitosamente la interfaz de envío de comandos al cuadricóptero.
* Se ha diseñado e implementado satisfactoriamente una plataforma de pruebas física, que consta en una base de madera para pruebas de los sistemas de control de posición angular en un solo eje; y se ha desarrollado una interfaz para la obtención de datos de los sensores mediante XBEE.
* El equipo de trabajo se encuentra esperando que arriben un nuevo paquete de motores, ya que los originales tienen un alto porcentaje de desgaste que repercuten en el rendimiento y eficacia de los sistemas de control.

Justificación de la solicitud de cambio de objetivos

A continuación se presenta un breve resumen, antecedentes y motivos para no aplicar los dos enfoques que han sido considerados hasta el momento, para la implementación de la red neuronal artificial del Trabajo Especial de Grado:

# Enfoque #1

Red Neuronal Artificial como único sistema de control para regular la posición angular del cuadricóptero.

## Antecedentes

* 1er antecedente: *Robust Neuro-Control for a Micro Quadrotor, de Jack Shepherd y Kagan Tumber.* Desarrollo de un sistema de control de posición de un cuadricóptero mediante redes neuronales artificiales. Se realizaron más de 1500 ejecuciones del algoritmo de aprendizaje de la red neuronal artificial para alcanzar un controlador eficaz.
* 2do antecedente: *Study on the use of neural networks in control systems, de F. Rinaldi.* Desarrollo de un perceptrón multicapa para identificar los parámetros de funcionamiento de un cuadricóptero simulado en MATLAB, y poder simular su comportamiento ante distintas entradas. A partir de la respuesta de la red neuronal artificial que aproxima las características de la planta, para calibrar **un sistema de control tradicional** que regula la altura de un cuadricóptero.
* 3er antecedente: *Robust neural network control of a quadrotor helicopter, de C. Nicol, C. J. B. Macnab y A. Ramirez-Serrano.* Desarrollaron una red neuronal artificial que sirva como sistema de control de posición de un cuadricóptero simulado en MATLAB. La actualización de los pesos de la red neuronal está basada en la retroalimentación brindada por una función de Lyapunov que representa la estabilidad del sistema alrededor de un punto. Se realizaron simulaciones para probar la hipótesis, pero no se llegó a implementar un sistema, y el autor recomienda la realización de más pruebas y el desarrollo de otros tipos de controladores, antes de implementarlo en prototipos reales.
* 4to antecedente: *Modeling and neural control of a quadrotor helicopter, de Yasir Amir y Vali uddin Abbas.* Desarrollo de una red neuronal artificial que aproxime el comportamiento de un modelo lineal inverso de un cuadricóptero. Se realizó una simulación en MATLAB.

## Motivos para no aplicarlo

* Nunca se ha implementado una red neuronal artificial como sistema de control de un cuadricóptero en condiciones físicas reales, sólo en simulaciones. La tarea de llevar un sistema de control desde las condiciones ideales de una simulación a poder ser ejecutado en condiciones reales puede llegar a necesitar de varios trabajos de investigación.
* La aplicación de una red neuronal artificial a un cuadricóptero para realizar control directo inverso requiere de un modelado exhaustivo de las características físicas del cuadricóptero, y de la recopilación de grandes conjuntos de datos que resulten de la medición de múltiples parámetros del comportamiento dinámico del mismo.
* En caso de desarrollar una red neuronal artificial con aprendizaje supervisado, debería utilizarse un sistema de control tradicional como referencia, y la red neuronal artificial tendría que considerar datos de posición, velocidad y consignas enviadas por el sistema de control tradicional. Esto llevaría a necesitar la recolección de conjuntos de datos para por lo menos cuatro variables dependientes entre sí por cada eje del cuadricóptero. modelar características de comportamiento del cuadricóptero que no pueden ser medidas por la IMU ni el sensor de ultrasonido.
* En caso de desarrollar una red neuronal artificial con aprendizaje por refuerzo, tendría que realizarse un análisis de todos los posibles casos que podrían presentarse mientras esté funcionando, para elaborar criterios de entrenamiento, realizar pruebas simuladas, y luego proceder a implementarlo en un prototipo real. En otros proyectos de desarrollo de sistemas de control con enfoques no tradicionales, se han tenido que dedicar más de dos años al desarrollo de todo el sistema, desde la fase de análisis hasta la fase de producción.

# Enfoque #2

Red Neuronal Artificial que permita predecir las características y el comportamiento dinámico de los motores de corriente continua del cuadricóptero, con el fin de homogeneizar su comportamiento mediante la técnica de control directo inverso.

## Antecedentes

* + 1er antecedente: ANN-Control System DC Motor, de Phan Dzung y Le Phuonga. Desarrollo de una red neuronal para estimar velocidad y controlar motores en dos partes, el esquema consiste en un estimador neural que se encarga de estimar la velocidad del motor en un momento determinado y el control neural que se encarga de generar una señal de control para un convertidor. Estas dos redes neuronales están entrenadas usando el algoritmo de “back propagation” Levenberg-Marquardt. Las redes neuronales artificiales usadas son de tres (3) capas con feed fordward con una función sigmoidea de activación en las capas de entrada y las intermedias.
  + 2do antecedente: Speed Prediction Speed Prediction of DC Shunt Motor by using Artificial Neural Network, de P. Choudhary, B. Bepari, A. Kumar y A. Ghosh. Desarrollo de una red neuronal artificial de tipo “*feed forward*” con aprendizaje por “*back propagation*” la cual puede pronosticar la velocidad de un motor DC utilizando la red para hallar el patrón de correlación entre la entrada de la red y la salida.
  + 3er antecedente: On replacing PID controller with ANN controller for DC motor position control, Amir Muhammad. Desarrollo de una red neuronal artificial de tipo “feed forward” con aprendizaje supervisado que sustituya a un algoritmo proporcional integral derivativo para controlar el movimiento de un motor DC de manera tal de llegar a una posición determinada.

## Motivos para no aplicarlo

* Al no utilizarse un sistema de control en bucle cerrado, la red neuronal artificial a implementar por cada motor tendría que modelar con precisión sus características eléctromecánicas (Resistencia, inductancia, relación voltaje-velocidad, relación voltaje-torque, momento de inercia del rotor y constante de fricción viscosa del motor), y las condiciones particulares de cada puesta en funcionamiento, como son la temperatura del motor, el estado de sus escobillas y la inercia de las hélices del cuadricóptero, que cambian de forma dinámica. Para llegar a diseñar la red neuronal artificial habría que realizar un análisis exhaustivo de la correlación entre dichos parámetros, y de la dependencia de estos respecto a las condiciones particulares de cada puesta en funcionamiento del cuadricóptero. Previo a la realización del siguiente trabajo, tendría que realizarse dicho estudio para tener un marco de referencia a seguir para la implementación del controlador.