**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO PROPORCIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE UN CUADRICÓPTERO**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Tutora Revisor

Ing. Evelenir Barreto

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Tesista Tesista

Luis Vicens Yoshua Nava

**Dedicatorias**

Le dedico este trabajo a mi mamá, a mi abuela, a mi tío, a mi novia, y a todos mis amigos. Les agradezco mucho su cariño, amistady apoyo.

También deseo agradecer a todos mis profesores. Espero mediante este trabajo honrar su paciencia, dedicación y ejemplo.

*Yoshua Nava*

**Agradecimientos**

Los autores del presente trabajo deseamos agradecer a:

* La profesora Evelenir Barreto, tutora del presente trabajo, por su paciencia, dedicación, y por habernos apoyado de principio a fin durante su realización.
* Al profesor Wilmer Pereira, cuyas clases de la electiva Robótica e Inteligencia Artificial dieron pie a la realización de este proyecto y despertaron nuestra pasión por la robótica.
* Al profesor Giovanni Sparacio, por su apoyo, y su solidaridad, al ayudarnos a sustituir uno de los engranajes de transmisión del cuadricóptero.
* A los profesores y estudiantes del Grupo de Mecatrónica de la Universidad Simón Bolívar, con especial mención a los profesores José Cappelletto y Gaudí Morantes por su gran paciencia y valiosos consejos.
* A todos los miembros del Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de la Universidad Católica Andrés Bello por abrirnos las puertas para trabajar en sus instalaciones y hacernos sentir parte de su grupo humano.
* A la profesora Carolina Chang, por promover la robótica en el país, organizar las competencias nacionales de robótica año tras año, y dar ejemplo de humildad, perseverancia y brío a todos los que queremos seguir nuestra carrera en dicha área.

**Sinopsis**

**Introducción**

**Referencias bibliográficas**

**[Alciatore 2008]** Alciatore, D.; Histand, M. (2008). *Introducción a la Mecatrónica y los sistemas de medición.* Tercera edición. Interamericana editores.

**[Álvarez 2012]** Alvarez, E (2012) Desarrollo de una plataforma de control para el robot móvil roomba utilizando ROS e integración de un sensor de kinect.

**[Banzi 2011]** Banzi, M. y Cuartielles, D., *Descripción de la plataforma Arduino*. Obtenido de <http://www.arduino.cc/>

**[Bonastre 2010]** Bonastre, A. (2010) *Desarrollo de un Sistema Integrado de Navegación Inercial: Interfície IMU + FPGA.* Universitat Autónoma de Barcelona. Barcelona, España.

**[Burgard 2005]** Burgard, W. (2005). *Recursive Bayes Filtering: Advanced AI.* Obtenido de http://gki.informatik.uni-freiburg.de/teaching/ws0405/advanced/BayesFiltering.pdf

**[Burkamshaw 2010]** Burkamshaw, L. (2010). *Towards a Low Cost Quadrotor Research Platform.* Naval Postgraduate School. California, Estados Unidos de América.

**[Chin Kar 2007]** Chin Kar Wei. (2007). *Flight Dynamics and Control for an Indoor UAV.* Trabajo Especial de Grado de Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional de Singapur.

**[Colton 2007]** Colton, S. (2007). *The Balance Filter: A Simple Solution for Integrating Accelerometer and Gyroscope Measurements for a Balancing Platform.* Massachusetts Institute of Technology. Massachusetts. Estados Unidos de América.

**[Colton 2011 - 1]** Colton, S. (2011). *The great XBee 57.6kpbs mystery finally solved.* Obtenido de <http://scolton.blogspot.com/2011/09/great-xbee-576kbps-mystery-finally.html>

**[Colton 2011 – 2]** Colton, S. (2011). *PCB Quadrotor (Brushless).* Obtenido de <http://www.instructables.com/id/PCB-Quadrotor-Brushless/?lang=es>

**[Dignyu 2007]** Dignyu, X., YangQuan, C y Atherton, D. (2007). *Linear feedback control.* Siam.

**[Draganfly Innovations 2006]** (2006). *Draganflyer V Ti User Manual.* Draganfly Innovations. Estados Unidos de América.

**[Dulhoste 2011]** Dulhoste, J. *Teoría de control.* Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.

**[Gaydou 2007]** Gaydou, D. (2007). *Filtro complementario para estimación de actitud aplicado al controlador embebido de un cuatrirrotor.* Universidad Tecnológica Nacional. Córdoba. Argentina.

**[Kivrak 2006]** Kivrak, A. (2006). *Design of control systems for a quadrotor flight vehicle equipped with inertial sensors.* Atihm University. Turquía.

**[Madgwick 2010]** Madgwick, S. (2010). *An efficient orientation filter for inertial and inertial/magnetic sensor arrays.* University of Bristol. Reino Unido.

**[Nadales 2009]** Nadales, C. (2009). *Control de un quadrotor mediante la plataforma Arduino.* Trabajo Especial de Grado de Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España.

**[Ogata 2011]** Ogata, K. (2011). *Ingeniería de control moderna.* Quinta edición.Pearson.

**[Pressman 2001]** Pressman, R. (2001). *Software Engineering: A practitioner’s approach.* Quinta edición. Mc-Graw Hill.

**[Ramírez 2003]** Ramírez A. (2003). *El filtro del kalman.*Banco central de costa rica, división económica, departamento de investigaciones económicas, nota técnica.

**[Rodríguez 2013]** Rodríguez, M. (2013). *Control a lazo abierto.* Obtenido de: <http://prof.usb.ve/mirodriguez/control/Sistemas_y_transformada_de_laplace/control_a_lazo_abierto.html>

**[Rouse 2007]** Rouse, M. (2007). *Spiral model (spiral lifecycle model).* Obtenido de <http://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/spiral-model>

**[Shakev 2011]** Shakev, N.; Topalov, A.; Kaynak, O.; y Borisov, K. (2011). *Comparative Results on Stabilization of the Quadrotor Rotorcraft Using Bounded Feedback Controllers.* Trabajo presentado en el Journal of Intelligent and Robotics Systems 2011.

**[STMicroElectronics 2010]** STMicroElectronics. (2010). *Tilt Measurement using a low-g 3-axis accelerometer.*

**[Sturm 2013]** Sturm, J. (2013)*. Probabilistic Models and State Estimation.* Obtenido de: http://vision.in.tum.de/\_media/teaching/ss2013/visnav2013/lecture3\_state.pdf

**[UniLeon 2013]** *El controlador PID básico.* Material de la cátedra de Laboratorio Remoto de Automática. Universidad de León. León, España.

**[Vidyasagar 2010]** Vidyasagar, M. (2010). *A tutorial overview of Control Theory for Non-Engineers.* The University of Texas at Dallas. Texas, Estados Unidos de América.

**[Zabczyk 1993]** Zabczyk, J. (1993). *Mathematical control theory: An introduction.* Birkhäuser. Boston, Massachusetts, Estados Unidos de América.