Universidad Católica Andrés Bello

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Informática

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

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

presentado ante la

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

como parte de los requisitos para optar al título de

**INGENIERO INFORMÁTICO**

|  |  |
| --- | --- |
| **REALIZADO POR:** | **Luis Vicens**  **Yoshua Nava** |
| **TUTOR ACADÉMICO:** | **Ing. Evelenir Barreto** |
| **FECHA:** | **Enero de 2015** |

DEDICATORIAS

A todos mis profesores. Espero mediante este trabajo honrar su paciencia, dedicación y ejemplo.

*Yoshua Nava*

A mis padres y mi hermano, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por su incondicional apoyo mantenido a través del tiempo.

A mi novia Gabriela quien me ha dado cariño y me alentó a continuar en los momentos más difíciles.

A Hector, Aileen, Mimia, Andrea, Juan, Marcos, Patricia y todos los que de una manera u otra supieron alentarme para cumplir con este trabajo.

Luis F. Vicens

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo agradecemos 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 y haber siempre tenido la disposición a apoyar el desarrollo del proyecto.
* A los miembros 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 gran 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.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

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.

**[Hibbeler R. 2012]** Russell C. Hibbeler (2012). Mecanica vectorial para ingenieros. McGrawHill. Mexico.

**[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.

**[Sinha 2012]**  Himanshu Sinha (2012). An Autonomous Quadrotor Flying Robot.. Pune University. India

**[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.