

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Metodología de la investigación.	Apellidos: Balsells Orellana	19/04/2021
	Nombre: Jorge Augusto	

Laboratorio: Estado del arte y referencias .

1. Descripción y pautas de elaboración.

1.1. Objetivo de investigación.

Dispositivo electromecánico para localización y seguimiento astronómico en una latitud y longitud determinado de la tierra.

Descripción: Desarrollo de sistema de control de lazo cerrado para dispositivo de orientación automática en telescopio Celestron 70AZ. Se implementará análisis de señales discretas con acelerómetro, giroscopio y magnetómetro, se filtrarán las señales con filtros digitales y se desarrollará un control proporcional, integral y derivativo (PID) a nivel de firmware. Luego, se obtendrán datos de un servicio de terceros para obtener la trayectoria real de la luna y el sol, y se desarrollará un método de corrección de trayectoria, comparando los datos obtenidos en el servicio de terceros con los datos reales observados según la ubicación dada por un receptor de señal GPS. Será basado en un diseño y desarrollo de un sistema mecánico, controlado con un sistema electrónico de lazo cerrado, y desarrollando métodos matemáticos de control y filtrado a nivel de firmware y software.

1.2. Lectura 5 trabajos relacionados.

NOTA: He agregado 6 trabajos, ya que uno es del 2009 y debemos agregar trabajos recientes, pero se asemeja mucho a lo que necesitamos desarrollar. La mayoría de trabajos relacionados encontrados que pueden servir como un tipo de referencia para el desarrollo, son del 2016 en adelante.

- ▶ **Paper 1:** Experimental Comparisson of Complementary Filter and Kalman Filter for Low-Cost Sensor in Quadcopter [3].
- ▶ **Paper 2:** Research on stepper motor motion control based on MCU [6].
- ▶ **Paper 3:** A Genetic Approach for Auto-Tuning of Adaptive Fuzzy PID Control of a Telescope's Tracking System [2].

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Metodología de la investigación.	Apellidos: Balsells Orellana	19/04/2021
	Nombre: Jorge Augusto	

- ▶ **Paper 4:** Automated Positioning Dual-Axis Solar Tracking System with Precision Elevation and Azimuth Angle Control [5].
- ▶ **Paper 5:** Pointing System for the Balloon-Borne Astronomical Payloads [4].
- ▶ **Paper 6:** Hierarchical fuzzy controllers for an astronomical telescope tracking [1].

1.3. Tabla comparativa.

NOTA: El nombre del documento en la tabla está relacionado al nombre asignado en la sección 1.2, de *Lectura 5 trabajos relacionados*.

Documento	Control de azimuth y elevación remoto automatico e independiente	Sistema de adquisición de datos	Ruido y filtros digitales discretos	Sistema de control lazo cerrado
Paper 1	NO	SI	SI	SI
Paper 2	NO	NO	SI	SI
Paper 3	NO	SI	SI	SI
Paper 4	NO	SI	NO	SI
Paper 5	NO	SI	SI	SI
Paper 6	NO	SI	SI	SI
Propio	SI	SI	SI	SI

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Metodología de la investigación.	Apellidos: Balsells Orellana	19/04/2021
	Nombre: Jorge Augusto	

1.4. Descripción de la tabla comparativa.

Documento	Año	Citas	Revista
Paper 1	2017	18	IEEEExplore
Paper 2	2017	7	IEEEExplore
Paper 3	2018	7	Sciencedirect
Paper 4	2017	60	Sciencedirect
Paper 5	2016	9	arxiv
Paper 6	2009	17	Sciencedirect

- ▶ **Paper 1**, Experimental Comparisson of Complementary Filter and Kalman Filter for Low-Cost Sensor in Quadcopter [3]: Este paper es útil para el desarrollo aunque en escencia no sea comparado con un telescopio, sino con un drone. Ambos tienen control similar en cuanto a angulos de Elevacion y Azimuth. En este caso es útil para determinar la manera eficiente de obtener los datos del sensor MPU6050 y dejarlos lo mas limpios posibles a traves de filtros digitales.
- ▶ **Paper 2**, Research on stepper motor motion control based on MCU [6]: Este paper no es comparado con un sistema de telescopio, sin embargo muestra una clara y eficiente manera de enviar señales a los motores paso a paso eliminando fuentes de ruido. Esto es sumamente útil considerarlo en un sistema de telescopio ya que un paso pequeño e insignificante en el telescopio, puede ser una distancia muy grande hacia el objeto visualizado.
- ▶ **Paper 3**, A Genetic Approach for Auto-Tuning of Adaptive Fuzzy PID Control of a Telescope's Tracking System [2]: En este caso, la ventaja del trabajo propio es que tiene adquisición de datos junto a la montura y el sistema de seguimiento. De igual manera que una interfaz de acceso en una red propia del telescopio para control automatico o manual.
- ▶ **Paper 4**, Automated Positioning Dual-Axis Solar Tracking System with Precision Elevation and Azimuth Angle Control [5]: Este paper muestra una manera eficaz de un sistema de seguimiento solar. La ventaja del trabajo propio sobre este paper es que el trabajo propio busca ser open

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Metodología de la investigación.	Apellidos: Balsells Orellana	19/04/2021
	Nombre: Jorge Augusto	

source y de bajo consumo, de igual manera controlado remotamente.

- **Paper 5**, Pointing System for the Balloon-Borne Astronomical Payloads [4]: En este caso se utilizan servomotores, los cuáles son mas fáciles de utilizar enviando solamente el dato del ángulo de inclinación por medio de una señal PWM, por lo cual estos motores ya tienen internamente un control PID. La desventaja en este caso es que estos servomotores tienen un límite de giro entre 0 y 360 grados máximo. En el trabajo propio, se utilizarán motores paso a paso, por lo cual será mas complicado el control, sin embargo, tenemos infinita cantidad de ángulos de inclinación. Aparte de esto, cada paso está calibrado para ser 1/64 de paso común en un motor stepper, y se le han agregado 3 reducciones de 6:1 al sistema. Con esto, se tiene un rango de movimiento muy pequeño con cada paso, lo que hace el sistema mecánico mucho mas estable.
- **Paper 6**, Hierarchical fuzzy controllers for an astronomical telescope tracking [1]: En este caso, se utiliza la montura ya existente del telescopio que con el que se ha desarrollado el paper. La ventaja del trabajo propio, es que se busca dejar genérica una pieza de hardware libre que se agrega entre la montura del telescopio, y el telescopio, para poder automatizar cualquier telescopio.

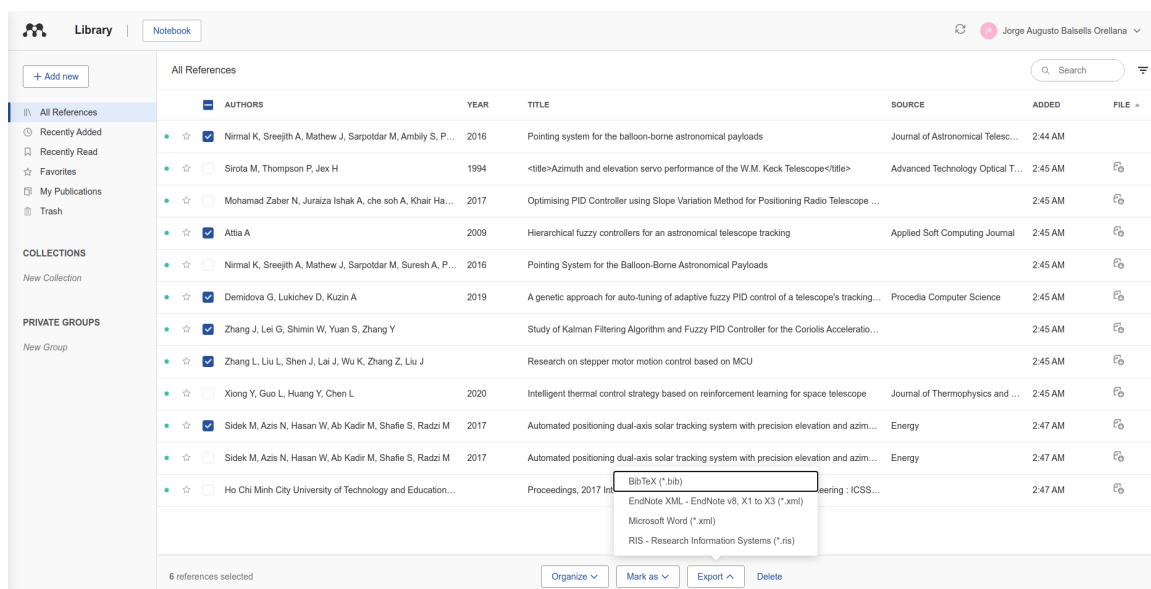


Figura 1: Imagen de portal de Mendeley de base de datos bibliográfica.

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Metodología de la investigación.	Apellidos: Balsells Orellana	19/04/2021
	Nombre: Jorge Augusto	

Referencias

- [1] Abdel-Fattah Attia. Hierarchical fuzzy controllers for an astronomical telescope tracking. *Applied Soft Computing*, 9(1):135–141, 2009.
- [2] G.L. Demidova, D.V. Lukichev, and A.Yu. Kuzin. A genetic approach for auto-tuning of adaptive fuzzy pid control of a telescope's tracking system. *Procedia Computer Science*, 150:495–502, 2019. Proceedings of the 13th International Symposium “Intelligent Systems 2018” (INTELS’18), 22-24 October, 2018, St. Petersburg, Russia.
- [3] H. . . Ngo, T. . Nguyen, V. . . Huynh, T. . Le, and C. . Nguyen. Experimental comparison of complementary filter and kalman filter design for low-cost sensor in quadcopter. In *2017 International Conference on System Science and Engineering (ICSSE)*, pages 488–493, 2017.
- [4] Kaipacheri Nirmal, Sreejith Aickara Gopinathan, Joice Mathew, Mayuresh Sarpotdar, Ambily Suresh, Ajin Prakash, Margarita Safonova, and Jayant Murthy. Pointing system for the balloon-borne astronomical payloads. *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, 2(4):1 – 9, 2016.
- [5] M.H.M. Sidek, N. Azis, W.Z.W. Hasan, M.Z.A. Ab Kadir, S. Shafie, and M.A.M. Radzi. Automated positioning dual-axis solar tracking system with precision elevation and azimuth angle control. *Energy*, 124:160–170, 2017.
- [6] L. Zhang, L. Liu, J. Shen, J. Lai, K. Wu, Z. Zhang, and J. Liu. Research on stepper motor motion control based on mcu. In *2017 Chinese Automation Congress (CAC)*, pages 3122–3125, 2017.