

Desarrollo e implementación de plataforma experimental para la estabilización de dos motores brushless con RASPBERRY PI

I. Aguilera-Reza¹, N. Alvarado-Tovar², V. E. Manqueros-Avilés³, J. A. Castillo-González⁴, R. Chávez-Flores⁵, M. Galarza-Bonilla⁶, M. Hernández-Acosta⁷, J. E. Macías-Castro⁸, J. Quiralte-Valdez⁹.

Resumen— El presente trabajo muestra del desarrollo de una plataforma experimental por medio de la cual 2 motores brushless serán estabilizados. La plataforma constará principalmente de una estructura mecánica en la cual se montarán los motores brushless (con sus hélices) y una minicomputadora RaspBerry Pi 3. La minicomputadora rasperry y sus pines GPIO, controlarán tanto el encendido-apagado y velocidad de los motores con la finalidad de buscar su estabilización. La programación se desarrolla en el Lenguaje Python junto con el microcontrolador PIC18F2550 (entradas analógicas) estableciendo una comunicación serial con la rasperry pi, siendo esta el cerebro principal del prototipo.

El desarrollo de esta plataforma experimental será el punto inicial para en un futuro cercano desarrollar e implementar prototipos didácticos y de investigación en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, además de usarla para realizar prácticas relacionadas a la ingeniería electrónica, como por ejemplo control electrónico.

Palabras claves— Motores brushless, RaspBerry Pi 3, PIC18F2550, Lenguaje Python

Abstract— The present work shows the development of an experimental platform by means of which 2 brushless motors will be stabilized. The platform will consist mainly of a mechanical structure in which the brushless motors (with their propellers) and a RaspBerry Pi 3 minicomputer will be mounted. The rasperry minicomputer and its GPIO pins will control both the on-off and speed of the motors with the purpose to look for its stabilization. The programming is developed in the Python language together with the PIC18F2550 microcontroller (analog inputs) establishing a serial communication with the rasperry pi, being this the main brain of the prototype. The development of this experimental platform will be the starting point for in the near future to develop and implement didactic and research prototypes at the Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, in addition to using it to perform practices related to electronic engineering, such as electronic control.

Keywords— brushless motors, Rasperry Pi 3, PIC18F2550, Python.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de microcontroladores-microcomputadora, tales como Raspberry, y motores brushless, entre otros dispositivos ha permitido el desarrollo de proyectos interesantes de bajo costo. Dentro de estos prototipos se pueden mencionar alguno de ellos como por ejemplo, en el desarrollo de un prototipo de robot móvil, el cual emplea una Raspberry Pi 3 para la programación de los movimientos de los motores [1]; el diseño y construcción un prototipo de cabeza animatrónica de bajo costo y que se asemeje al tamaño real de una cabeza humana, esto con el fin de realizar simulaciones, en este trabajo se emplea una rasperry para el control del movimiento de los servomotores y la obtención el video proveniente de cámaras instalada en el prototipo [2]; desarrollo de un sistema de control para la estabilización de un sistema mecánico compuesto por una barra rígida, en cuyos extremos se encuentran acoplados dos hélices a través de motores Brushless[3]; construcción de un cuatrirotor experimental con un microprocesador (MPU) como procesador central ejecutando un sistema operativo y las consideraciones para lograr una ejecución en tiempo real[4]

En el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo se ha decidido llevar a cabo una plataforma experimental de investigación respecto a la estabilización de un balancín mediante 2 motores incluidos para conocer más acerca de su funcionamiento y su estructura, y posteriormente realizar las pruebas necesarias. Además, también se busca llegar al desarrollo de mejoras que se pudieran integrar en un futuro al dispositivo y que beneficien al Instituto.

II. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS ELEMENTOS

A. Rasperry Pi 3 (modelo B)

La función de la Rasperry (Figura 1) en el desarrollo del prototipo es el empleo de los pines GPIO integrados en la misma placa que servirán para el control de la estabilización de los dos motores brushless al enviar pulsos por medio de señal PWM.

^{1,2,3,4,5}Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Dpto. de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Av Tecnológico S/N Col Periférico, Cd. Lerdo, Dgo. CP 25150

¹ I. Aguilera-Reza (iaguilerareza@gmail.com).

² N. Alvarado Tovar (nalvarado@itslerdo.edu.mx)

³ V. E. Manqueros-Avilés (@itslerdo.edu.mx)



Figura 1 Raspberry Pi 3.

B. Controlador de velocidad ESC 30 A.

Son la herramienta con la cual se puede controlar la velocidad de los motores brushless. Este variador funciona por medio de pulsos, en este caso accionados desde la raspberry pi. Tienen una capacidad de corriente de salida máxima de 30A, con un voltaje de entradas de DC de 6 a 16.8V. La figura 2 muestra el controlador.



Figura 2 Controlador de velocidad ESC 30 A

C. Motores Brushless.

En este caso la función de estos motores es una cuestión básica, el giro que genera a las propelas (hélices). El valor de los motores brushless escogidos para esta investigación es de 1000 KV. En la figura 3 se muestra el motor.



Figura 3 Motores Brushless.

D. Hélices.

En el caso de las propelas estas fueron escogidas de 5 pulgadas debido a su mayor rango para levantar mayor peso. Las hélices empleadas se muestran en la figura 4.



Figura 4 Hélices.

E. Pic18f2550.

Este microcontrolador (figura 5) fue utilizado para realizar las lecturas análogas que emite el potenciómetro cuando el balancín se encuentra desestabilizado, mismas que el pic envía hacia el raspberry pi ya convertidas en señales digitales.



Figura 5 Pic18F2550.

F. Arreglo de engranes.

El sistema de engranes empleado en el prototipo permite convertir el movimiento mecánico del balancín en una señal analógica que variaba dependiendo de la posición del potenciómetro. La figura 6 muestra el sistema de engranes.

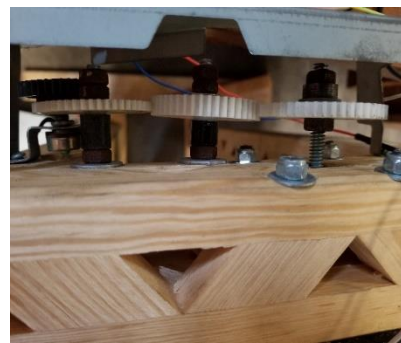


Figura 6 Sistema de engranes

G. Base de madera.

Se diseñó la base de madera en función de disponer una estructura sólida y firme para sostener el balancín a la altura y peso adecuado.

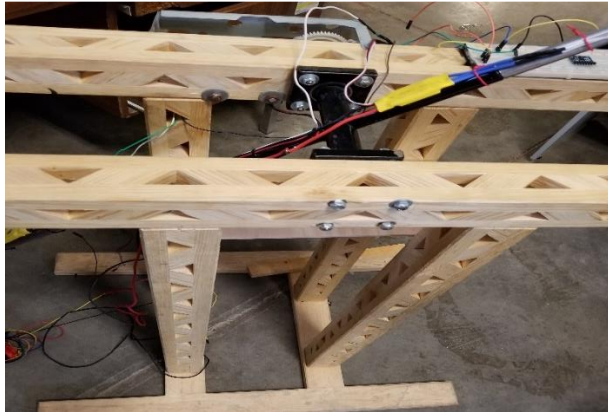


Figura 7 Base de madera.

H. Batería LiPo (Polímero de Litio).

Para obtener la alimentación adecuada para la operación del prototipo, se empleó una batería de 11.1v 5000mAh. Esta batería proporcionó el amperaje y duración adecuada para el funcionamiento del dispositivo.

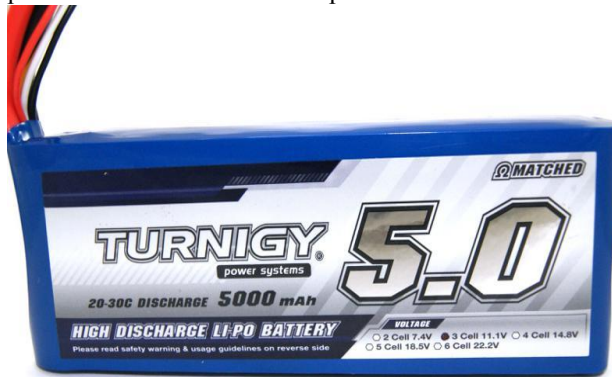


Figura 8 Batería LiPo (Polímero de Litio)

I. Fuente de alimentación.

Para las primeras fases experimentales fue necesaria el uso de una fuente de 12 V para obtener el suministro adecuado de alimentación que necesita el prototipo.



Figura 9 Fuente de alimentación

III. METODOLOGÍA

A. Estructura

En esta etapa se llevó a cabo la construcción de la base del prototipo teniendo en cuenta los rodamientos necesarios para elevar cada motor, así como su fuerza de empuje. La figura 10 se muestra la estructura desarrollada.



Figura 10 Estructura

B. Sistemas de engranes + Estructura

En esta etapa se llevó a cabo una relación entre el movimiento de la estructura y un sistema de engranes, esto para obtener el punto de equilibrio de la estructura.

Para realizar esta etapa se realizaron las siguientes acciones:

- Instalación eléctrica.
- Acoplamiento del sistema de engranes
- Configuración del potenciómetro que se encuentra en el sistema de engranes.
- Puesta en operación

La figura 11 muestra el sistema de engranes montado en la estructura.

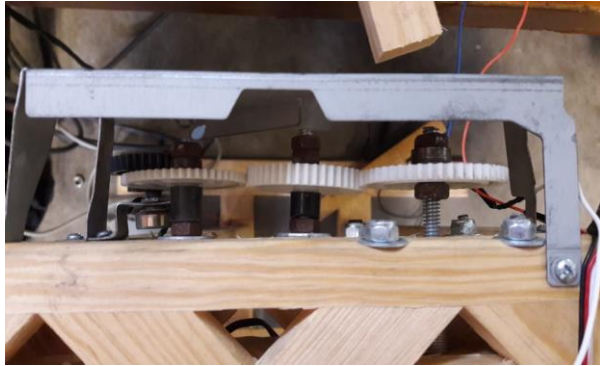


Figura 11 Estructura con el sistema de engranes.

C. Configuración y programación de la Raspberry Pi y el Pic18f2550.

Se instaló el sistema operativo necesario para la operación de la Raspberry, de manera automática se instala el lenguaje de programación de Python. Para hacer funcionar los motores brushless, se utilizaron los pines PWM que tiene a disposición la Raspberry. Después de tener a la mano los pasos necesarios para activar los motores, se realizó un programa capaz de calibrarlos y controlar su velocidad, cada motor con diferentes velocidades.

Se utilizó un controlador PD (Proporcional Derivativo) para las pruebas iniciales de estabilización de dos motores en cada extremo de la estructura.

También se llevó a cabo la programación del código funcional para el funcionamiento del PIC para que pudiera hacer la lectura analógica de datos recibidos por el potenciómetro, además de la comunicación de este con la Raspberry por medio del puerto USB.

D. Esquema de conexiones

En esta etapa de la metodología consistió en realizar y probar las conexiones que existen entre los componentes como: Raspberry, Pic8f2550, motores brushless y sus variadores de velocidad. La figura 11 muestra el diagrama de conexiones empleado.

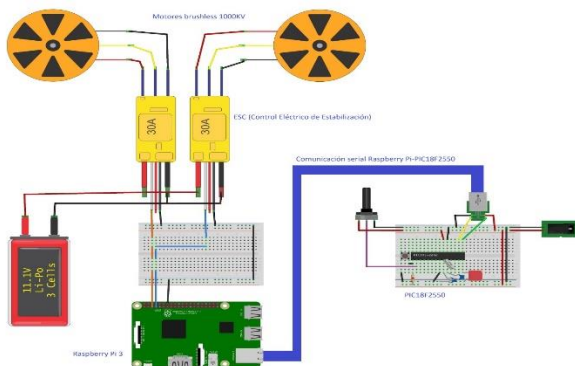


Figura 11 Esquema de conexiones

E. Montaje de componentes

Esta etapa consistió en el montaje de todos los componentes involucrado en el proyecto:

Montaje del sistema móvil de la estructura.

Montaje del sistema de engranes

Montaje del controlador lógico

Conexiones eléctricas fuente de voltaje, potenciómetros, pic18f2550, raspberry pi, motores brushless y sus variadores.

IV. RESULTADOS

Se diseñó y construyó una estructura para el balancín a base de madera con un arreglo de engranes y una base metálica que en conjunto deja libre a los motores para su estabilización.

Así como también se generó el código en Python, el cual es capaz de leer datos entre la Raspberry Pi y el Pic18f2550, mediante el cual se obtienen valores análogos a través del potenciómetro conectado al arreglo de engranajes.

El potenciómetro es ideal y sirve para saber la posición del balancín, ya que se hará una lectura de esta y se toma como una referencia de ubicación.

La finalidad de la programación fue llegar a un valor específico del potenciómetro donde los motores estabilicen de manera autónoma el balancín, de tal manera que se alcance el valor deseado incluso si se perturba la posición. Durante pruebas realizadas se obtuvo el equilibrio del balancín controlado en conjunto de la señal adquirida por el microcontrolador y de los cálculos de la raspberry pi.

Las figuras 12 y 13 muestran la posición inicial del balancín y la posición final ya estabilizado.

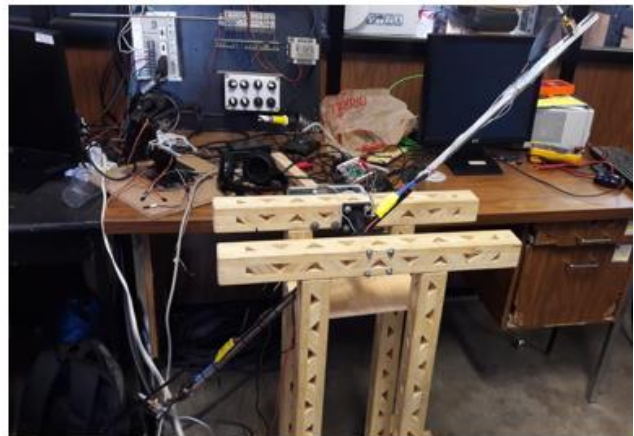


Figura 12 Posición inicial.



Figura 13 Posición final.

V. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

En el presente trabajo se muestran las pruebas realizadas en la investigación, las cuales concluyeron en un éxito desde el fin de construir una estructura la cual nos permitió realizar pruebas con los motores brushless, así como la variación de su velocidad y la programación basada en Python, la cual consistió en adquirir datos de un giroscopio y la placa raspberry pi realizara el control de velocidad a partir de estos datos, variando así la velocidad de cada motor concluyendo con la estabilidad de la estructura. La búsqueda no sólo debe apuntar a generar nuevas fuentes, sino que éstas además deben ayudar a entender claramente el funcionamiento de una placa controladora programable como lo es la raspberry, así como las herramientas que componen la estructura y funcionalidad de un drone con el fin de que esta investigación dé paso al diseño en un futuro de un prototipo de drone y de otros prototipos didáctico de control, para que sirva de interés a nuevas generaciones que lleguen a comprender la utilidad de esta investigación, y sus componentes puestos a prueba con el resultado esperado para que éstas generen nuevos avances tecnológicos con la investigación antes mencionada, una programación más compleja, así como la instalación de nuevas tecnologías y a su vez una utilidad más eficiente. Es por ello que esta investigación se inició desde cero con apoyo de fuentes de información confiables relacionadas al proyecto para así concluir en un resultado deseado sobre el paso al desarrollo de un drone plenamente funcional. Cabe destacar que este proyecto se encuentra en fase de pruebas y construcción de prototipos, sin olvidar el objetivo que se tiene a un futuro cercano, no sólo para fines educativos, sino para la aportación de conocimientos nuevos en nuestra vida cotidiana y experiencia en investigaciones y desarrollo de proyectos.

Dentro de las actividades a futuro, una de ellas es el empleo de otras leyes de control, además de la que se empleó en el

prototipo. También el desarrollo de una interfaz de usuario que permita un uso más fácil del prototipo.

Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Superior de Lerdo por brindar el apoyo para desarrollar el prototipo.

VI. REFERENCIAS

- [1] Malagón, S. M.; Mendoza, A. L. y Ruíz, A. (2017) "Robot móvil con planeación de trayectoria en un ambiente controlado," *Pistas Educativas*, vol. 39, pp. 324-339.
- [2] De la Rosa, R.; Castillo, E. M.; Zepeda, C.; Castillo, H. y Cervntes, A. (2018) "Prototipo de cabeza animatrónica de bajo costo, utilizando microcontroladores, servomotores y componentes 3D para aprender manipular robots humanoides reales", *Pistas Educativas*, vol. 40, pp. 2138-2152.
- [3] Gallegos, I. (2017) "Sistema de control de un dispositivo mecánico balanceado por medio de dos hélices", Tesis para obtener el título de Ingeniero en computación, Centro Universitario UAEM Atlacomulco, Universidad Autónoma del Estado de México.
- [4] Gómez, A. y Rodríguez, H. (2018) "Control en Tiempo Real de un Cuatrirotor Empleando una Computadora en Placa Reducida", *Memorias del Congreso Nacional de Control Automático*, pp. 418-423

VII. BIOGRAFÍA



Ignacio Aguilera Reza. Nació el 6 de agosto de 1997. Actualmente alumno de la Ingeniería en Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en cd. Lerdo Durango.



M.C. Noé Alvarado Tovar. Nació en la Ciudad de Torreón, Coah. México el 11 de julio de 1978. Egresado del Instituto Tecnológico de la Laguna de la carrera de Ingeniería Electrónica en el año 2000. Obtuvo el grado de Maestría en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica en el Centro de Graduados del Instituto Tecnológico de la Laguna, ubicado en la ciudad de Torreón, Coah. México, en el año de 2006, en la especialidad en

Control de Robots Manipuladores. Actualmente está en la etapa final del sus estudios de doctorado en la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España. Actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, desempeñado el puesto de Investigador-Docente, en el Departamento de Investigación y Desarrollo Tecnológico y en la División de Ingeniería Electrónica respectivamente, el instituto se encuentra ubicado en la ciudad de Lerdo, Dgo. México. Cuenta con experiencia profesional en el ramo de la automatización industrial, robótica, control electrónico. Sus actuales líneas de investigación incluyen: Mecatrónica, robótica, automatización industrial, control de movimiento, comunicaciones industriales y electrónica de control y de potencia.



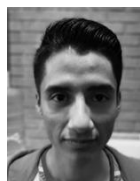
Manqueros Avilés Víctor Edi. Nacido en la ciudad de Durango, Durango el 23 de Diciembre de 1976. Radica actualmente en Cd. Lerdo, Durango. Ingeniero Electrónico egresado del Instituto Tecnológico de Durango en el 2001, Obtuvo el grado como Maestro en Ciencias En Ingeniería Electrónica en Control, en el 2006 en el Instituto Tecnológico de Durango. Actualmente trabaja como docente e Investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, dentro de la división de

posgrado, en donde imparte asignaturas en la especialización en ingeniería mecatrónica, participa también desde el 2009 en la subdirección de investigación y desarrollo del tecnológico, en donde ha desarrollado en alrededor de 10 proyectos vinculados con empresas y centros de investigación. Áreas de interés: Control, Automatización, Mecatrónica, Robótica, Instrumentación, entre otras.



Joel Quiralte Valdez.

Nació el 23 de diciembre de 1997. Actualmente alumno de la Ingeniería en Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en cd. Lerdo Durango.



Jafet Alahí Castillo-González.

Nació el 14 de octubre de 1996. Actualmente alumno de la Ingeniería en Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en cd. Lerdo Durango.



Roberto Chávez Flores.

Nació el 30 de Marzo de 1997. Actualmente alumno de la Ingeniería en Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en cd. Lerdo Durango.



Misael Galarza Bonilla.

Nació el 12 de septiembre de 1997. Actualmente alumno de la Ingeniería en Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en cd. Lerdo Durango.



Misael Hernández Acosta.

Nació el 24 de octubre de 1996. Actualmente alumno de la Ingeniería en Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en cd. Lerdo Durango.



Jesús Eduardo Macías Castro.

Nació el 23 de diciembre de 1996. Actualmente alumno de la Ingeniería en Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en cd. Lerdo Durango.