

DISEÑO DE COMUNICACIÓN INTELIGENTE INALÁMBRICA DE RF PARA CONTROL EN UN VEHÍCULO AERO ACUÁTICO

Rosales Morales Adán (1), Castro Sánchez Rogelio (2)

¹[Ingeniería en Mecatrónica] |[a.rosalesmorales@ugto.mx]

²[Departamento de ingeniería Comunicaciones y Electrónica, División de ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] |[castro@ugto.mx]

Resumen

En este trabajo, se realizó el control tanto en un motor sin escobillas como en un servomotor usando radiofrecuencia y lo implementamos en un vehículo aeronáutico. Utilizamos dos placas de la familia Arduino, su circuito de intercomunicación por radiofrecuencia y su circuito de potencia. El control del vehículo, tanto en dirección como en velocidad de desplazamiento, se realizó utilizando un transmisor que el usuario controla y un receptor que se encuentra dentro del vehículo en un entorno acuático.

Abstract

In this work, we made the control in both a brushless motor and a servomotor using radiofrequency and we had implemented in aero aquatic vehicle. We used two Arduino boards, one intercommunication radiofrequency circuit and two power drive circuit. The control of the vehicle, both in direction and speed, was made using a user control transmitter and a receiver that is located inside the vehicle in an aquatic environment.

Palabras Clave

Motor Brushless; Servo Motor; NRF24L01; Arduino; PWM

INTRODUCCIÓN

El desplazamiento de vehículos en el agua puede ser llevado a cabo utilizando diversos mecanismos para provocar su movimiento. En la Imagen 1 se muestran algunos ejemplos.

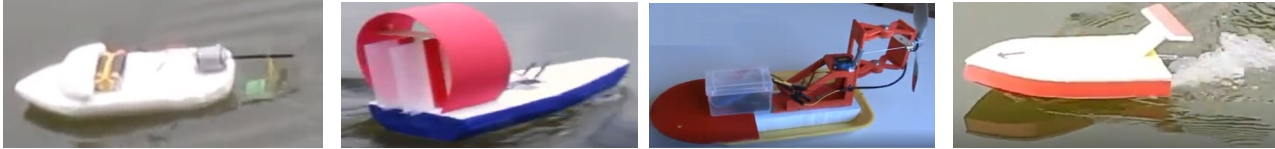


IMAGEN 1: Clasificación de los diferentes prototipos de lanchas controladas por radiofrecuencia.

Radiofrecuencia

La comunicación inalámbrica entre dos dispositivos puede llevarse a cabo modulando señales de alta frecuencia por señales de baja frecuencia en el emisor y demodulando en el receptor [1]. Las señales de radiofrecuencia (RF) se ubican entre 3 kHz a 300 GHz [2] y puede ser irradiada al espacio por medio de una antena como una onda electromagnética. Las ondas de radio son un tipo de radiación electromagnética y están oscilan en frecuencias (Imagen 2) entre unos cuantos kilohertz (kHz o miles de hertz) y unos cuantos terahertz (THz or 10^{12} hertz) [3]. Dentro de este rango se encuentran las ondas de televisión y radio FM y AM, comunicaciones militares, teléfonos celulares, radioaficionados, redes inalámbricas de computadoras, y otras numerosas aplicaciones de comunicaciones.

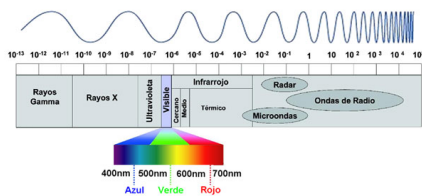


IMAGEN 2: Espectro de frecuencia



IMAGEN 3: Motor sin escobillas, ESC y batería recargable

Motor Brushless, ESC y Batería Lipo

Es un motor eléctrico que no emplea escobillas (brushless) [4] se muestra en la Imagen 3 siendo menos ruidoso, no tiene imanes, es más eficiente por no tener fricción y genera menos calor. Un ESC (Electronic Speed Controller) es un dispositivo de potencia para controlar el motor brushless por medio de una señal modulada por ancho de pulso (PWM). La batería utilizada para este tipo de amplificador es una de polímero de litio de ahí su nombre LiPo, son un tipo de baterías recargable usadas en aplicaciones de radiocontrol y muchos aparatos electrónicos. La ventaja es que son ligeras y su presentación en tamaño y formas es variado además de tener una gran capacidad de almacenamiento de energía y una alta capacidad de proporcionar corriente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Arduino Nano/Arduino Mega

En base a la variedad de materiales y componentes encontrados en nuestro mercado nacional, se usaron dos tarjetas de la familia arduino, una Nano (Imagen 4:1) y una Mega (Imagen 4:2), esto debido a que se necesita un receptor y un emisor, el arduino Nano es una tarjeta basada en el microcontrolador Atmega328 el cual cuenta con 22 entradas/salidas digitales, y 8 entradas analógicas. La Arduino Mega es una tarjeta de desarrollo, con un microcontrolador Atmega2560, esta tarjeta ofrece 54 entradas/salidas digitales, 16 entradas análogas.



IMAGEN 4: 1. Arduino Nano /2. Arduino Mega /3. IDE /4. NRF24L01 /5. ESC /6. Servomotor /7. Batería LiPo /8. Joystick

Software IDE Arduino

Este es el entorno de desarrollo (Imagen 4:3) de la tarjeta Arduino donde se desarrollaron todos los códigos, que se cargaron en las tarjetas. En este entorno el microprocesador de las dos tarjetas se programan las salidas o entradas, así como las funciones de control que realizará el microprocesador.

NRF24L01

Este circuito es un transceptor (transmisor + receptor) a una frecuencia de 2.4 Ghz (Imagen 4:4) que funciona con el protocolo Enhanced ShockBurst™. Es ideal para aplicaciones de bajo consumo eléctrico y está diseñado para operar en la frecuencia ISM (Industrial, Scientific, Medical) que es una banda reservada para estas áreas. La banda ISM no requiere licencia por lo cual fue ideal para el desarrollo de esta investigación. Se usaron dos, uno como transmisor para el control del usuario y el segundo como receptor para el vehículo.

ESC

El propósito de un ESC (Electronic Speed Controller) (Imagen 4:5) es variar la velocidad del motor junto con el sentido de giro, y es un controlador por modulación de ancho de pulso (PWM). Crea una señal alterna trifásica a partir de la corriente de la batería. El ESC cuenta con un conector hacia la batería lipo, otro conector con tres terminales hacia el motor brushless y otro conector para conectarse con la tarjeta Arduino Uno.

Servomotor

Este motor nos sirve para controlar la posición del timón (Imagen 4:6), Es un motor de pasos con un reductor para potenciar el torque.

Batería LiPo

Las baterías LiPo (abreviatura de Litio y polímero) (Imagen 4:7) usan la sal de litio que está contenida en un gel (polímero), que proporciona los iones necesarios que circularan entre el cátodo/circuito/ánodo durante la descarga. Las baterías LiPo se pueden clasificar por voltaje "s", por capacidad o mAh, o por tasa de descarga.

Modulo JoyStick

El Joystick (Imagen 8) consiste en una palanca que gira sobre una base e informa a la tarjeta arduino su posición. Tiene dos potenciómetros montados en un ángulo de 90 grados y conectados a una palanca centrada por resortes.

Una vez interconectados todos los componentes electrónicos, se comprobó su funcionamiento primero fuera del agua y sin montar en la lancha.

Se inició controlando el servomotor incluyendo el módulo RF con un programa de prueba diseñado para enviarse desde el emisor del monitor serial del IDE de Arduino. Después se hizo una comunicación con el Joystick y conectado a la Arduino emisor incluido el código del emisor y receptor. Cuando el Joystick está en posición de reposo, se envía 90, para avance de frente y en rango de 0-180, corresponde a las otras direcciones del timón.

La prueba del motor brushless se diseñó un programa de prueba, con el objetivo de verificar su funcionamiento [5] y a continuación este código fue añadido al código principal de comunicación RF usando el monitor serial del IDE de Arduino hasta obtenerse el resultado adecuado. Después se acopló a la subrutina RF/Joystick donde se selecciona la velocidad del motor y se asignó que el Joystick en su posición de reposo aplique al motor la velocidad media. Si se mueve de posición, la velocidad cambiara de mayor a menor respectivamente al movimiento del Joystick.

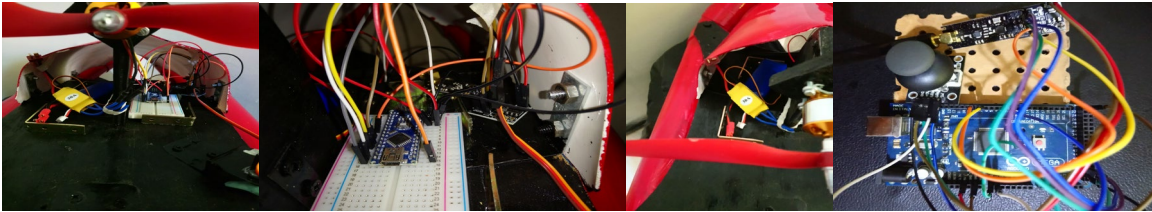


IMAGEN 4: Implementación de los circuitos electrónicos fuera de la Aero Lancha.

Se instalaron los circuitos sobre el vehículo, fijando cuidadosamente el motor para no tener vibraciones debido al giro de la hélice y partes del motor como se observa en la Imagen 4. Se incluyeron protecciones dentro del vehículo acuático para mantener bien fijas la batería, la tarjeta Arduino, el ESC y el módulo RF, debido a movimientos abruptos de la lancha acuática causando que los componentes cayeran fuera de ella.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para medir los resultados inicialmente se hicieron las últimas pruebas fuera del agua para observar posibles fallas o mejoras Imagen 5 Izquierda. Posteriormente con el eje “x” del joystick se controló el timón (servomotor) y con el eje “y” la velocidad (PWM) del motor brushless.

Realizado lo anterior se llevó a un entorno acuático, una piscina en la cual se colocó la lancha como se ve en la Imagen 5 (centro), junto con su circuito receptor, teniendo especial cuidado de que ningún componente electrónico tocara el agua. También se aseguró que los componentes estuvieran dentro de los limitadores y que no hubiera nada suelto.



IMAGEN 5: Prueba y control del vehículo acuático tanto fuera como dentro del agua.

Se energizó tanto el circuito emisor y receptor presionado el push button del Joystick, para así tener el vehículo en velocidad cero y el timón alineado con la proa.

Se soltó el push button, por tanto, se activó el motor a su velocidad media y avanzó hacia adelante. Se movió el Joystick en el eje “x” para controlar la dirección a babor y estribor, se comprobó que el vehículo se dirigía a la dirección deseada (Imagen 5 Derecha), siendo capaz de dar vueltas completas. El eje “y” del Joystick se usó para controlar la velocidad del vehículo, desde una mínima y una máxima, se pudo observar un total control del motor y que el vehículo se desplazaba acorde a la velocidad deseada.

Cabe resaltar que jamás se interrumpió la comunicación entre el receptor y emisor, nunca hubo un retraso en cuanto a los tiempos de reacción entre emisor/receptor y tampoco tomó direcciones o velocidades no deseadas.

CONCLUSIONES

En este trabajo se logró la comunicación por RF entre un emisor y un receptor, el primero en manos del usuario y el segundo alojado en un vehículo acuático en el cual se puede controlar su dirección y velocidad. La comunicación se llevó a cabo con dos módulos NF24L01, tanto para el emisor y el receptor.

Un punto personal importante fue la comprobación del principio de funcionamiento tanto del motor brushless como del servomotor y su control por medio del ESC y el drive de potencia respectivamente. Además, la aplicación de la batería LiPo fue muy importante en lo que respecta a sus características eléctricas y como se acopla a un sistema como estos para suministrar el movimiento del vehículo acuático.

Las tarjetas Arduino fueron esenciales para la realización de este proyecto ya que tanto las conexiones de los módulos y las señales de control que se mandan a los dos motores son primero procesadas y enviadas por estas tarjetas, lo que prueban que son muy útiles y versátiles a la hora de hacer este tipo de proyectos.

AGRADECIMIENTOS

El autor Adán Rosales Morales agradece a la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado de la Universidad de Guanajuato y a la División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca por su apoyo en la infraestructura brindada y también agradezco al profesor Dr. Rogelio Castro Sánchez por su apoyo teórico-técnico en el desarrollo de este trabajo de investigación. Finalmente agradezco al C. Maximiliano Silva García y al C. Filoteo González Moisés por su colaboración en la construcción del vehículo acuático.

REFERENCIAS

- [1] T. Kenjo. 1985. Permanent magnet and brushless dc motors. New York: Oxford.
- [2] RhydoLabz Motor Brushless a2212 13t 1000kv Datasheet.
- [3] D. Hooton. 1969. Antenas para Radioaficionados. Argentina: Arbo.
- [4] Ruiz, Francisco. 2000. Enciclopedia del Técnico en Electrónica: Radio. España: Ediciones Ceac.
- [5] Crespo. 2008. Carlos Radiocomunicación. Madrid: Pearson Education.