



Control PID de Velocidad de motor DC usando comunicación mediante Señales de Radio Comunicación (RC)

Raül Xavier Mata Santos⁽¹⁾, Tito Jose Duran Dominguez⁽²⁾, Carlos Valdivieso⁽³⁾
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación (FIEC)
Escuela Superior Politécnica de Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral
Apartado 09-01-5863 Guayaquil, Ecuador
constantine_0787@hotmail.com⁽¹⁾, tyto_92d@hotmail.com⁽²⁾, cvaldiv@espol.edu.ec⁽³⁾

Resumen

El propósito de este trabajo es realizar un sistema de Control PID controlado por un Joystick Inalámbrico mediante Señales de Radio Comunicación (RC) con la finalidad de controlar la Velocidad de un Motor DC que se mueva a nuestras órdenes.

El circuito electrónico utilizado para este proyecto tenemos al POLOLU JRK 21v3 como nuestro controlador principal diseñado específicamente para el control PID de motores DC.

Este sistema consta en su entrada principal de un receptor inalámbrico conectado a un Microcontrolador ATtyni 2313 que maneja las salidas del receptor y las envía al JRK mediante comunicación UART permitiendo que el dispositivo electrónico comande la orden para dar la velocidad necesaria.

Actualmente existen en el mercado diferentes dispositivos electrónicos que realizan la misma función de controlar la velocidad de un motor que podrían compararse con nuestro proyecto, pero la diferencia es que nuestro controlador tiene la capacidad de poder utilizar una de sus 4 interfaces de comunicación entre ellas el Interface USB, Interface TTL serial asincrónica, Interface de radio control (RC) y Interface de voltaje analógico para diseñar nuestro propio sistema de control teniendo en cuenta también la adquisición de energía para el funcionamiento del dispositivo como su mejor solución la fuente de energía de 4 pilas recargables AA.

Palabras Claves: Joystick, Inalámbrico, Radiofrecuencia, Pololu, ATtyni, Motor.

Abstract

The purpose of this work is to develop a PID control system handled by an unwired joystick through communication radio signals; we will be able to control the speed of a Dc engine.

The electronic circuit used for this project is the POLOLU JRK 21v3 as the main controller, designed only for PID control of the Dc engines.

This system contain an unwire receptor connected to a ATTYNI 2313 microcontroller in its main access that manage the output of the receiver and send them to the JRK by UART communication, allowing the electronic device to give the order for the necessary velocity.

Currently there are different electronic devices in the market that carry out the same function of controlling the engine speed, that could be compared to our project, but with the difference that, our controller have the capacity of using one of the four interfaces of communication, including the USB Interface, TTL serial asynchrony Interface, control radio (RC) interface and the analog voltage to design our own control system, taking into account the acquisition of energy for the operation of the device as their best source of energy solution of 4 AA rechargeable batteries.

Key words: Joystick, Wireless, RF, Pololu, ATtyni, Motor.

DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA

1 Descripción del Proyecto

Son muy amplias las aplicaciones que tienen los controles de sistemas, una de ellas se utiliza en el presente proyecto de Control PID de Velocidad de un Motor DC usando comunicación mediante Señales de Radio Comunicación (RC), el cual es controlado por el circuito electrónico POLOLU JRK 21v3 como principal componente específicamente diseñado para el control PID de motores DC. El desarrollo se realiza por medio de un joystick por radiofrecuencia como su interfaz inalámbrica y a su controlador Pololu JRK 21v3 de Atmel acompañado del ATtiny 2313 que maneja las salidas del receptor y las envía al JRK mediante técnicas de comunicación UART [5] que permitirá controlar la dirección de movimiento del Motor DC.

1.1 Estrategia Implementada

Como estrategia implementada en este proyecto los elementos que utilizaremos son el controlador Pololu JRK 21v3[1] por ser un dispositivo altamente configurable que soporta 4 tipos de modos de interface, además por tener 3 maneras distintas ya sea como control de lazo abierto, lazo cerrado o control de posición e interactuar con otros componentes electrónicos programables. Otro elemento utilizado es el AVR ATtiny 2313 que realiza la comunicación UART con el JRK y el joystick para controlar el movimiento del Motor a través de radiofrecuencia[3].

1.2 Alcance y limitaciones del proyecto

Mediante pruebas realizadas a nuestro proyecto hemos encontrado que tiene sus alcances y limitaciones entre las cuales podemos denotar que:

1.2.1 ALCANCES

- Su sistema único de potencia le permite moverse a velocidades de hasta 1300 revoluciones/segundo.
- Es de tamaño compacto mide 1.15"x 1.35"x 0.4" y pesa 0.23 oz sin baterías, el cual facilita su funcionalidad.
- El dispositivo equipado con su software incluido para configurar sus parámetros de comunicación.

- Es de fácil uso ya que trabaja con una alimentación de 4 pilas AA sin necesidad de alimentarlo mediante una fuente.

1.2.2 LIMITACIONES

- Es muy sensible en su manipulación ya que podemos inducirle estática y podemos dañarlo en su totalidad.
- Contiene elementos muy delicados que con cualquier golpe pueden ser averiados parcial o completamente.

FUNDAMENTACION TEORICA

2 Descripción

En el presente capítulo se exponen las herramientas de Hardware y Software que se usan para el correcto funcionamiento de nuestro proyecto, entre las cuales mostraremos las características más importantes como son:

El Pololu Jrk 21v3, Micro Gearmotors, el Joystick, RC receptor, la comunicación por medio de el micro AVR ATtiny 2313, la alimentación de nuestro dispositivo por 4 batería AA, el software de configuración del jrk, el software AVR Studio versión 4.18 [2] y nuestro simulador Proteus versión 7.7.



Figura 2-1: Pololu Jrk 21v3 Vista Superior

2.1 Herramientas de Hardware

2.1.1 Microcontrolador

El microcontrolador que usa el Pololu Jrk 21v3 como medio para la comunicación UART es el AVR ATtiny 2313 que funciona con una memoria Flash de 2K bytes, 128 bytes de SRAM y 128 bytes EEPROM.

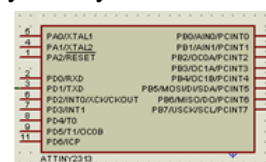


Figura 2-2: AVR ATtiny 2313

2.1.2 RC Receiver

Su bloque de recepción ya viene compactado para la obtención de señales RF con el mismo número de canales de comunicación de igual frecuencia que el transmisor.

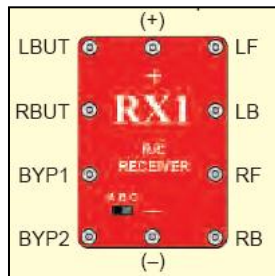


Figura 2-3: RC Receiver

2.1.3 Motor

El 10:1 Micro Metal GearMotor las cuales tienen excelentes características para nuestro dispositivo entre las cuales tenemos:

Gear ratio:	10:1
Free-run speed @ 6V:	1300 rpm
Free-run current @ 6V:	40 mA
Stall current @ 6V:	360 mA
Stall torque @ 6V:	2 oz-in

Tabla 2-1: Características del motor



Figura 2-4: 10:1 Micro Metal GearMotor

2.1.4 Encoder

El Encoder está diseñado para trabajar con motores de corriente continua usando dos sensores infrarrojos que están adentro del eje del neumático, los cuales miden el movimiento de los doce dientes a lo largo del aro de la rueda, está calibrado para un rango de operación de 4,5 V a 5,5 V, pero puede ser calibrado para operar a 3,3 V.



Figura 2-5: RC Receiver

2.1.5 Joystick

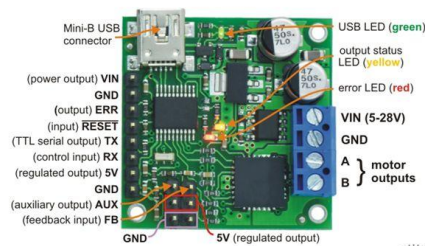
Los sistemas del RC Snap Circuits Rover incluye un transmisor RC que trabajan a una frecuencia de 27 MHz el cual consta de un Joystick que tiene dos botones que nos permitirán controlar la velocidad del motor



Figura 2-6: Joystick

2.1.6 Pololu Jrk 21v3

Es un dispositivo de control que sirve para controlar motores de corriente continua que mediante su PID vamos a retroalimentar su señal de salida. La corriente de salida nominal es de 3 A utilizando el rango de operación que oscila 5 - 28 V



© 2010 Solarbotics Ltd. - www.solarbotics.com



Figura 2-7: Pololu Jrk 21v3

2.2 Herramientas de Software



Figura 2-8: Logotipo del AVR Studio

2.2.1 Introducción

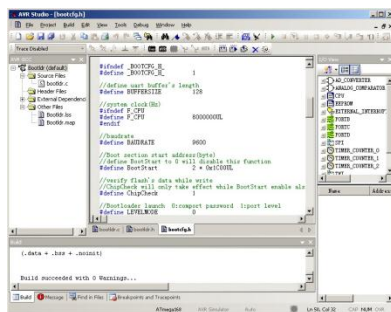
El Software AVR Studio es un entorno de desarrollo integrado para la escritura y depuración que tiene aplicaciones en Windows 98, XP, Me, 2000, NT, 7.

AVR Studio proporciona una herramienta de gestión del proyecto, archivo de origen, editor y simulador de chip. También interactúa con Emuladores de circuitos.

Este software simplifica el desarrollo de tareas, permite a los usuarios reducir significativamente el tiempo de trabajo y genera un mejor ambiente para la realización de los proyectos.

Entre las características más notables tenemos:

- Entorno de desarrollo integrado para escribir, compilar y depurar.
- Reproducción de memorias configurables incluyendo SRAM, EEPROM, Flash, Registros y E/S.
- Número ilimitado de puntos de separación (breakpoints).
- Simulación de actividad del puerto y estímulos de entrada al pin.
- Apoyo para C, Pascal y lenguaje ensamblador.



2-9: Entorno de AVR Studio 4

2.2.2 Simulador Proteus versión 7.7

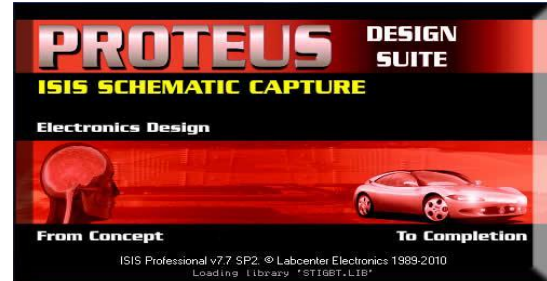


Figura 2-10: Entorno Proteus 7.7

Proteus versión 7.7 es un entorno completo diseñado para la realización de cualquier clase de proyecto que conste de elementos electrónicos en todas sus etapas: Diseño, Simulación y Construcción.

Consta de dos partes:

ISIS.- Permite diseñar y simular cualquier clase de proyecto electrónico para constatar su funcionamiento.

Ares.- Permite el diseño de ruteo del proyecto para ahora si plasmarlo en una placa electrónica. Esta herramienta te ayuda a buscar la mejor forma de cómo colocar los elementos y las líneas del circuito en la placa.

3. DESCRIPCION E IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

3.1 Diseño Preliminar

La implementación del proyecto fue dividida en dos partes:

Transmisor:

1. Formado por el Joystick que Incluye un transmisor de RC por la cual consta de dos palancas y dos botones que nos permitirán controlar los motores e incluso otras partes del circuito mediante el movimiento de sus controles ejecutándose en la misma área sin interferir uno con el otro trabajando a la misma frecuencia.

2. Probamos nuestro AVR ATtiny 2313 mediante el hyperterminal de nuestra PC y mediante un osciloscopio para verificar si realmente está transmitiendo como debe ser los caracteres y las tramas respectivamente.

Receptor:

1. En la etapa receptora tenemos como parte principal nuestro RC receiver que es el que va a recibir la señal de salida del transmisor y la ordenes de cómo y en qué dirección debe moverse.
2. Diseñamos el circuito para nuestro módulo receptor polarizado con el voltaje que nos proporciona su esquema debido a que este tiene unos pines de VCC y GND donde podemos alimentar.

3.2 Implementación Física

Para comenzar la implementación física de nuestro proyecto, comenzamos armando en un protoboard toda nuestra circuitería empezando por nuestra fuente de +15v.

- La fuente de +15v será utilizada para la alimentación del módulo de radiofrecuencia y para la polarización de nuestro circuito electrónico Pololu Jrk 21v3

A continuación la señal de nuestro módulo transmisor Joystick se traslada por radiofrecuencia comunicándose con nuestro módulo receptor RC que se encuentra como un medio con nuestro dispositivo Pololu Jrk. Luego tenemos la implementación de nuestro dispositivo el Pololu Jrk que recibirá la señal de salida del UART de nuestro AVR ATtiny 2313 una vez que el transmisor mande las señales de entrada el cual la convertirá en señal TTL transmitiéndolo como caracteres y tramas respectivas para su funcionamiento. Debemos darnos cuenta en la conexión de nuestro circuito controlador que entre los pines de transmisión y recepción estos no se conectan en serie sino cruzados.

3.3 Descripción del proyecto final

Al finalizar con lo que es la programación y la implementación del proyecto podemos hacer una breve descripción del funcionamiento del mismo:

1. En nuestro dispositivo de control debemos mediante su software configurar el Pololu Jrk su interfaz a TTL y su PID

2. Una vez presionado o movido el joystick según sea la orden que se haya dado este por medio del UART transmitirá las Tramas respectivas hacia el receptor que es nuestro Pololu Jrk para indicarle que debe hacer, es decir si se presiona arriba se enviara una trama para dar velocidad hacia adelante al motor caso contrario se enviara otra trama para dar velocidad hacia atrás.
3. Una vez que la orden se dio debemos verificar que nuestro dispositivo realice la actividad deseada, es decir que nuestro motor acelere con la velocidad dada y al tocarlo mediante su retroalimentación recupere la velocidad con la que empezó.
4. Y listo nuestro dispositivo se moverá por comunicación inalámbrica con interfaz de radiofrecuencia según la dirección en que quisiéramos que se mueva.

3.4 Diagrama de bloques del proyecto

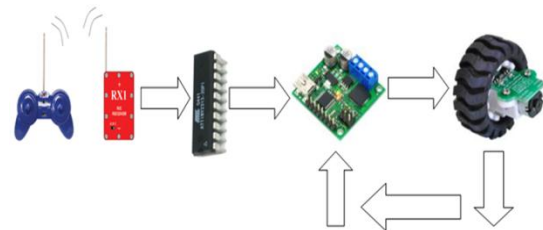


Figura 3-1: Diagrama de bloques del proyecto

4. SIMULACION Y PRUEBAS

4.1 Simulación en Proteus

Gracias a la ayuda del simulador llamado Proteus nosotros pudimos virtualmente ver cómo funciona nuestro proyecto.

En esta parte vamos a notar cómo trabaja la parte del transmisor, es decir el funcionamiento de nuestro AVR ATtiny 2313 al enviar las tramas para que así nuestro receptor pueda recibir la orden de movimiento.

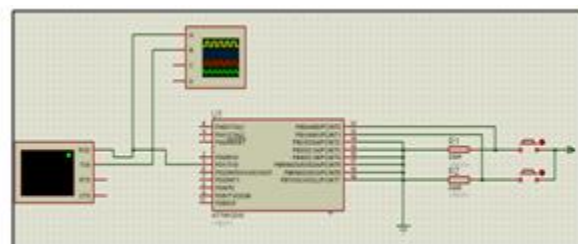


Figura 4-1: Simulación del transmisor

En la figura 4-2 podemos darnos cuenta claramente que al presionar hacia adelante la palanca se muestra en la pantalla virtual las tramas respectivas el cual me indicara la velocidad de arranque que yo le envié a nuestro motor con la aceleración hacia adelante deseada.

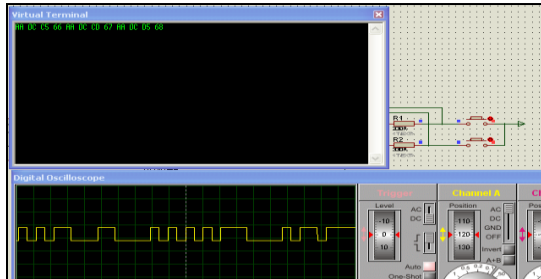


Figura 4-2: Velocidad de Transmisión hacia adelante

En la figura 4-3 podemos observar también en la pantalla del hyperterminal del Proteus en la que nos indica la otra trama relacionado con la velocidad de arranque hacia atrás con el que deseo que nuestro motor acelere.

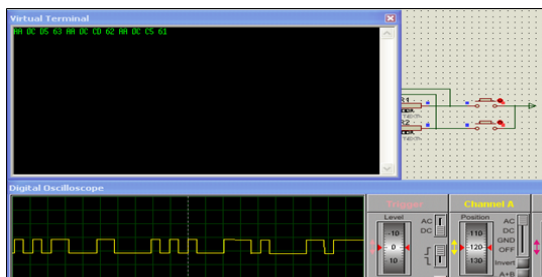


Figura 4-3: Velocidad de Transmisión hacia atrás

4.2 Proyecto Final

En la siguiente figura se muestra nuestro proyecto ya en funcionamiento de manera real, en la que podemos darnos cuenta que el Controlador de Velocidad de un Motor DC mediante RC (radio Comunicación) se encuentra totalmente implementado y funcionando al cien por ciento. La fuente generadora de poder es de 15 V y es conectada a los pines de de alimentación del motor en la tarjeta Jrk 21v3 USB Controladora con Realimentación (Feedback). Se puede a mirar a simple vista que el sistema de realimentación (Encoder) esta conectado a la tarjeta controladora, lo cual permite cerrar el lazo de control del dispositivo

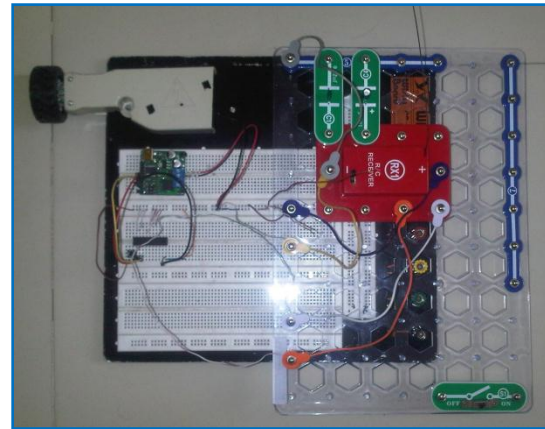


Figura 4-4: Proyecto Implementado

5. CONCLUSIONES

1. El Jrk es un dispositivo Diseñado específicamente para el manejo de Motores DC que puede controlar de 4 formas diferentes la velocidad de un motor así también como su posición y sentido de giro, dando una amplia variedad de aplicaciones para este tipo de proyectos; también cuenta con un sistema de control PID con retroalimentación el cual nos ayuda a equilibrar nuestro sistema en caso de cambios externos.
2. Para controlar la velocidad del motor se utilizo la comunicación UART entre el ATtiny 2313 y el Jrk debido a que el receptor nos daba 5v o 0v si presionábamos uno de los 4 botones que usamos y solo se tiene una entrada en el Jrk; para este modo de comunicación se necesita enviar un protocolo de tramas llamado Compac protocol el cual consta de 4 tramas.
3. Para tener una idea mas exacta de cómo establecer la comunicación mediante el Compac protocol se utilizó el Pololu Serial Transmitter V1.3 con el cual se envío las 4 tramas de datos, este programa tiene un display en Hexadecimal para ver los datos enviados y recibidos, así se pudo observar como se envía las tramas al Jrk y tener una comunicación exitosa.



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y COMPUTACION



4. En esta tesis se ha cumplido con La comunicación entre la PC y el usuraio vía el puerto USB, la tarjeta Jrk 21v3 de la marca Pololu viene con su software embebido y drivers respectivos para ser instalados de manera sencilla y práctica, de tal manera que tan solo conocer bien el funcionamiento de la tarjeta y tener bien estudiada la teoria de controladores PID se podra realizar de manera eficaz lo que se solicita y requiere en este proyecto.
5. Los controladores PID se usan ampliamente en control industrial. Desde una perspectiva moderna, un controlador PID es simplemente un controlador de segundo orden con integración. Históricamente, sin embargo, los controladores PID se ajustaban en términos de sus componentes P, I y D. La estructura PID ha mostrado empíricamente ofrecer suficiente flexibilidad para dar excelentes resultados en muchas aplicaciones.
3. Recomienda utilizar la detección automática del baud rate para que no exista ningún error de este tipo, sin embargo sino se usa este modo se tiene que tener en cuenta configurar el mismo baud rate tanto para el transmisor como para el receptor para que pueda haber comunicación entre los dos dispositivos.
4. Una de las recomendaciones en la transmisión de datos es que no debe haber ningún tipo de delay ni espacios entre cada trama debido a que el protocolo del Jrk no reconocerá ninguna trama y no habrá comunicación.
5. Tener siempre precaución al alimentar la tarjeta controladora con un voltaje mayor a 6 V, para que funcione correctamente el regulador interno y pueda éste generar una fuente DC controlada de 5 V que servirá como alimentación para el encoder

6. RECOMENDACIONES

1. El Receiver tiene que trabajar con un voltaje entre 6 y 8 voltios ya que con un voltaje menor la recepción tiene poco muy alcance con el Joystick. Se debe tener en cuenta que el ATtiny 2313 solo puede trabajar hasta 5.5v, debido a esto se tuvo que alimentar el microcontrolador y el encoder con las salidas de voltajes regulados que tiene el Jrk.
2. Al trabajar en este proyecto con motores de Corriente Continua tenemos que tener mucho cuidado al configurar los diferentes parámetros del motor, como son la corriente máxima, el ciclo de trabajo máximo y la frecuencia de la señal PWM, para así lograr el funcionamiento deseado y no averiar alguna parte interna del motor DC.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Spank, Pololu Jrk 21v3 USB Motor Controller with Feedback, Pagina HTML http://www.skpang.co.uk/catalog/product_info.php?products_id=577
Fecha: 18 de Abril del 2011
- [2] Sapiensman, Fundamentos del Control Industrial, Pagina HTML http://www.sapiensman.com/control_automatiko/index.htm
Fecha: 20 de Abril del 2011
- [3] Direct Industry, Controladores de velocidad de motor DC, Pagina HTML <http://www.directindustry.es/prod/faulhaber/controladores-de-velocidad-para-motores-dc-7023-536554.html>
Fecha: 24 de Abril del 2011
- [4] Pololu, Pololu Jrk USB Motor Controller User's Guide, Pagina HTML <http://www.directindustry.es/prod/dunkermot>
Fecha: 26 de Abril del 2011