

# PROYECTO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT AUTONOMO

## **Fernando N. Oporto**

Alumno del curso Proyecto y Diseño Electrónico, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UnaM), Juan M. Rosas 325, ciudad de Oberá, CP 3360, Misiones, Argentina.

oporto.fernando@gmail.com

## **Karen G. Kleinubing**

Alumna del curso Proyecto y Diseño Electrónico, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UnaM), Juan M. Rosas 325, ciudad de Oberá, CP 3360, Misiones, Argentina.

karen.gk147@gmail.com

## **Ricardo A. Korpys**

Profesor del curso Proyecto y Diseño Electrónico, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UnaM), Juan M. Rosas 325, ciudad de Oberá, CP 3360, Misiones, Argentina.

korpys@ieee.org

**Resumen.** Este trabajo presenta el diseño y construcción de un robot autónomo móvil seguidor de línea como parte de un sistema embebido. El robot propuesto posee una estructura sencilla utilizando únicamente tres ruedas, dos tractoras y una de soporte (rueda omnidireccional), logrando así una buena estabilidad. Para la tracción de las ruedas se utilizaron dos servomotores, los cuales se modificaron para que funcionen en rotación continua y se encuentran acoplados de forma independiente uno en cada rueda tractora. Además, el robot cuenta con dos sensores optoreflexivos TCRT1000 montados en la parte delantera del chasis para la detección de la trayectoria a seguir y un sensor de distancia SHARP 2Y0A02F. Para la toma de decisiones, el robot dispone de un microcontrolador PIC18F2550. Todos los componentes mencionados anteriormente, como así también el circuito de acondicionamiento de la señal de los sensores son montados sobre una placa fenólica de diseño propio de los autores.

**Palabras claves:** Robot autónomo. Seguidor de línea. Microcontrolador.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, el avance de la robótica se ha convertido en un gran aporte al desarrollo de la sociedad en diferentes campos tales como la medicina, la industria, el entretenimiento, etc. [1]. El mundo de la robótica está experimentando un gran crecimiento impulsado por los avances en computación, sensores, electrónica y software. Existen robots y máquinas automatizadas en muchos lugares facilitando el trabajo diario de las personas, estos van desde cajeros automáticos hasta brazos de robots para el ensamblaje automotriz, etc.

La oferta mundial de robots, tanto para su utilización en líneas de producción, como para el estudio o acercamiento inicial a la robótica es muy elevada. Existen muchas empresas dedicadas a la construcción de robots. Así mismo, hay empresas que integran la robótica en kits de juegos preparados para armar, agregando alguna forma de procesamiento, movilidad mediante motores y reconocimiento por medio de sensores. La mayoría de las empresas involucradas en la construcción y venta de robots son europeas o

norteamericanas, y los precios de los robots que producen están de acuerdo con su procedencia. Se hace muy difícil, para medios académicos, adquirir uno de estos robots así como repuestos, soportes y partes nuevas [2].

El presente proyecto, está orientado al diseño y construcción de un robot móvil seguidor de línea, en el que se integran componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos del mercado local, y dotado de un sistema informático para su control en tiempo real, percepción del entorno y programación.

Este robot móvil tendrá la posibilidad de ser reprogramado, permitiendo modificar o ampliar el software sirviendo como módulo didáctico para la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), ubicada en la ciudad de Oberá y además, el mismo será utilizado como un medio para la promoción de la carrera de Ingeniería Electrónica de la misma institución educativa.

## 2. ESTRUCTURA FUNCIONAL DEL ROBOT MOVIL

El robot móvil seguidor de línea tiene por finalidad seguir una trayectoria definida por una línea negra situada en un fondo blanco sobre una superficie determinada.

En la Figura 1 se presenta un diagrama general del robot móvil donde se pueden apreciar las distintas partes que intervienen en el funcionamiento del mismo.

Se puede observar que la fuente de alimentación debe suplir energía tanto al microcontrolador como a los sensores y a los actuadores y demás dispositivos electrónicos (como ser leds, integrados, etc). Básicamente, el microcontrolador recibe la señal de los sensores y en función de ello y del programa que se ejecute internamente modifica el ciclo útil de la señal PWM (Pulse Width Modulation - Modulación por ancho de pulsos) logrando así que los actuadores cambien su estado actual de funcionamiento al requerido por su entorno

y poder así seguir la trayectoria correspondiente.

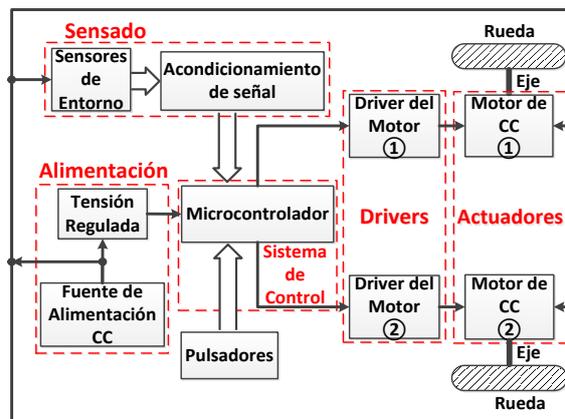


Figura 1. Esquema general del robot móvil seguidor de línea

Para ello, se utilizan dos sensores infrarrojos (opto-reflectivos, compuestos por un LED infrarrojo y un fototransistor) ubicados adecuadamente en la parte inferior del robot, los cuales permiten detectar el camino a seguir. Variando la distancia del dispositivo con respecto a la superficie variamos la señal obtenida por el fototransistor.

Para el desplazamiento del robot se utilizan dos servomotores los cuales se encargan de hacer girar de forma independiente cada una de las ruedas tractoras.

## 3. PROTOTIPO DEL ROBOT

Para probar el funcionamiento de las ruedas y los servomotores montados sobre un chasis, se construyó un prototipo, con un circuito de control básico, explicado a continuación.

Debido a que los servomotores se pueden controlar tanto en posición como en velocidad mediante el ancho de pulso o ciclo útil de una señal PWM, se implementó un circuito generador de dicho tipo de señal, utilizando el circuito integrado NE555 en configuración astable. La resistencia variable denominada como "P" en la Figura

2, permite modificar el ciclo útil, logrando el control del servomotor.

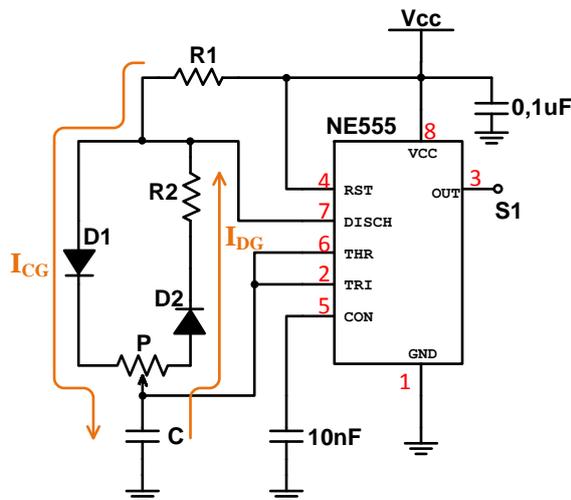


Figura 2. Circuito generador de señal PWM

En general, los servomotores están diseñados para girar solo 180° grados, por lo tanto se procedió a modificar su estructura interna para lograr una rotación continua del eje del servomotor. Esto incluye, desvincular el potenciómetro de la caja de engranes reductora, y eliminar el tope mecánico que posee el engranaje principal.

Se montaron dos circuitos generadores de PWM, de manera que las ruedas sean de tracción independiente.

El prototipo final se presenta en la Figura 3, donde se puede observar que el chasis se obtuvo reciclando la carcasa de una fuente de energía de una CPU.

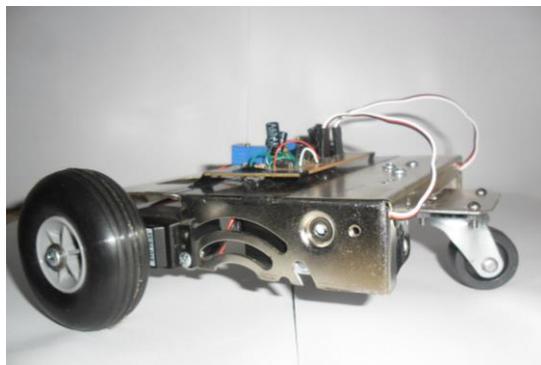


Figura 3. Prototipo del robot

Los servomotores montados trabajan con una tensión entre 4,8 y 6 Voltios, y son

de tamaño estándar. A su vez, las ruedas tractoras son de tipo neumáticas, y como tercer punto de apoyo se utilizó una rueda libre.

#### 4. PROYECTO A FUTURO

Para el desarrollo del proyecto, se seguirá trabajando durante el año 2013. En la Figura 4 se puede observar el circuito a implementar para el robot móvil seguidor de línea. Se utilizara como fuente de alimentación para el robot móvil 4 pilas recargables AA (de 1,2V cada una) con el fin de reducir los costos y también disminuir el impacto ambiental que generan al desecharse las mismas.

Los sensores que se van a utilizar para el reconocimiento de la trayectoria son los TCRT1000 los cuales van a estar montados en la parte inferior delantera del robot. Las señales que proveen los sensores serán acondicionadas por el amplificador operacional LM358N. También, dispondrá de un sensor de distancia del tipo SHARP 2Y0A02F con el fin de detectar la presencia de un objeto cercano al robot. Para el control del robot se utilizara un microcontrolador PIC18F2550 el cual se encargara de tomar las decisiones en función de las señales enviadas por los sensores instalados.

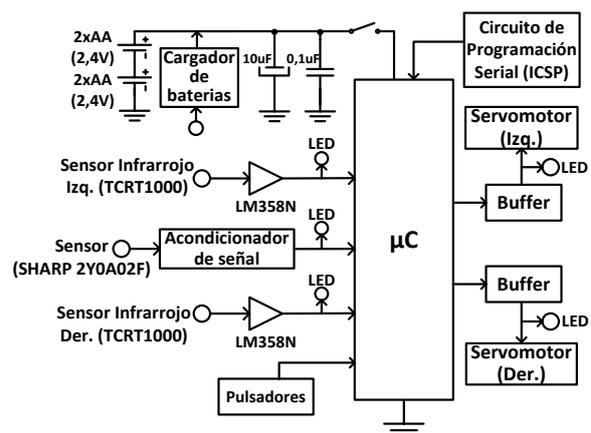


Figura 4. Circuito a implementar para el robot seguidor de línea

El robot móvil contará con dos servomotores TOWER HOBBIES TS-53

instalados uno en cada rueda tractora de forma independiente. Estos servomotores pueden ser energizados con una tensión de 4,8V a 6 V, los cuales estarán conectados directamente a las baterías recargables.

Para el montaje del circuito eléctrico sobre el chasis, se optara por dividir la etapa de sensado de la línea negra del resto del circuito principal, estando montado a una distancia reducida de la superficie de conducción del robot.

Finalmente, en la Figura 5 se puede apreciar el circuito para la programación serial el cual permitirá programar y reprogramar el microcontrolador sin la necesidad de extraerlo del circuito de aplicación.

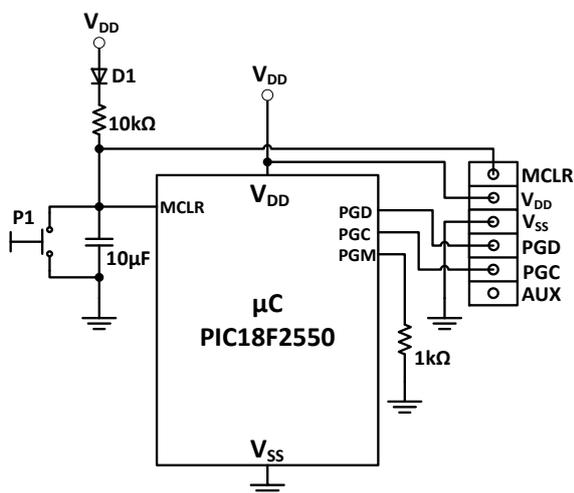


Figura 5. Programación Serial en Circuito (ICSP – In Circuit Serial Programming)

La Programación Serial en Circuito (ICSP) es especialmente ventajoso en ámbitos educativos o de desarrollo, donde se requiere programar el PIC reiteradas veces y luego testear el circuito. Además, nos permite ahorrar tiempo y trabajo, y evitamos riesgos al extraer y colocar el microcontrolador de su circuito, como torcer o romper los pines o dañar el PIC por descargas electrostáticas.

### Agradecimientos

Agradecemos a nuestros padres por el apoyo incondicional a lo largo de la carrera,

al cuerpo docente del Departamento de Ingeniería Electrónica y a la Facultad de Ingeniería por brindarnos el espacio y los materiales para llevar a cabo este trabajo.

### 5. REFERENCIAS

SANCHEZ, M. B. “**Diseño y Construcción de un Robot Humanoide**”. Tesis – Consorci Escola Industrial de Barcelona, Univesitat Politècnica de Catalunya (UPC). Barcelona. Enero 2011.

GONZALES, D. P. “**MYBOT: Diseño, Construcción y Programación de un Micro Robot de bajo coste con tecnología PIC**”. Proyecto Fin de Carrera – Ingeniería Industrial, Universidad Miguel Hernández de Elche. Junio 2010.

MICROCHIP TECHNOLOGY INC. 28/40/44-Pin, High-Performance, Enhanced Flash, USB Microcontrollers with nanoWatt Technology: **PIC2455/2550/4455/4550 Data Sheet**. Printed in the U.S.A, 2009.

SARAVIA, A. R. B.; TAGLIAFERRI, F. R.; FIADINO, S. G.; AIROLDI, A. A. **Diseñando sistemas embebidos con librerías de Microchip**. 1º Edición. Buenos Aires: mcelectronics, 2012. 253 – 356 p.

ON Semiconductor. **LM358, LM258, LM2904, LM2904A, LM2904V, NCV2904 Data Sheet**. Semiconductor Components Industries, LLC, 2004.

Vishay Semiconductors. **Reflective Optical Sensor with Transistor Output. TCRT1000, TCRT1010 Datasheet**. Rev. 1.8 11-Jun-12.