

EDUCATIONAL ROBOTICS PLATFORM “ROBI”**PLATAFORMA ROBOTICA EDUCATIVA “ROBI”**

**MSc. Nelson Darío García Hurtado, Leonardo Favio Castillo García
Anthony Javier Escobar Jiménez**

Universidad de Pamplona

Ciudadela Universitaria. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Tel.: 57-7-5685303, Fax: 57-7-5685303, Ext. 164

E-mail: dariogarcia@ingenieros.com

Abstract: This work is part of a larger research project on the application of robotics technology in teaching and learning processes of primary, secondary and higher education in Latin America. It is presented the design and implementation of a mobile robot as alpha prototype for preliminary testing of an educational robotics program aimed at strengthening basic skills level students in primary, secondary and higher schools, technical institutes, technological, and Universities.

Keywords: Educational robotics, proprietary software, microcontroller, autonomous robot.

Resumen: El presente trabajo forma parte de un proyecto de investigación mayor en la aplicación de Tecnología Robótica en los procesos enseñanza aprendizaje de educación básica, media y superior en Latinoamérica. Presenta el diseño e implementación de un robot móvil como prototipo alfa para las pruebas preliminares de un programa de robótica educativa, orientado a fortalecer competencias básicas en estudiantes de nivel básico, medio y superior en Colegios, institutos técnicos, tecnológicos y Universidades del país.

Palabras clave: Robótica Educativa, software propietario, microcontrolador, robot móvil autónomo.

1. INTRODUCCIÓN

La robótica, es una tecnología relativamente nueva, que aparece como respuesta a las necesidades de la Industria para realizar trabajos repetitivos y constantes de forma automatizada. Desde 1990, la Robótica se ha expandido en diversos campos, estando hoy presente en la mayoría de tareas cotidianas del ser humano, la industria, el transporte, el campo militar e incluso en el Hogar, es común encontrar robots limpiando piscinas y aspirando apartamentos, o inspeccionando oleoductos y desactivando explosivos. Los robots son maquinas concebidas para el servicio del ser humano, incrementando su potencial, velocidad, exactitud, repetitividad, fuerza, resistencia y

capacidad de percepción y procesamiento, en tareas que puedan ser aburridas, tediosas o peligrosas. Uno de los campos con buen desarrollo y donde se han obtenido fantásticos resultados es en la robótica educativa, la cual es un medio de aprendizaje para fortalecer áreas específicas del conocimiento y desarrollar competencias en el estudiante, mediante la planeación, diseño, implementación, prueba y puesta en marcha de robots, buscando en las personas nuevas habilidades para encontrar solución eficientes a problemas cotidianos.

Los países pioneros en la implementación de programas de robótica educativa son: Japón, Estados Unidos, España, Corea, China, India, entre

otros, que comenzaron impartiendo talleres y cursos extra curriculares como actividades lúdicas y que fueron incorporados como asignaturas dentro de los currículos por sus excelentes resultados. En Colombia, la aplicación de la Robótica educativa en la básica y media se han venido dando modestamente, como una actividad lúdica, impulsada por la participación en concursos y olimpiadas de Robótica, como el *Vex Robotics Competition* y otros de algunas Universidades, así como por programas de extensión social de algunos programas de Ingeniería. Las empresas nacionales especializadas en la producción de equipos de robótica educativa son muy pocas así como las iniciativas gubernamentales para impulsar este tipo de medios dentro de las aulas, dejando de aprovechar el altísimo potencial que este tipo de tecnología ha demostrado tener en la educación.

El presente desarrollo, es el primer prototipo de un programa de robótica educativa con el objeto de fortalecer esta Rama en nuestro País y Latinoamérica, con el fin de realizar cursos a nivel de entidades de educación básica y media y hacer seguimiento a los resultados permitiendo retroalimentar el programa. El trabajo se compone del diseño e implementación de un robot móvil autónomo con tracción diferencial, microcontrolado y equipado con diversos sensores. El usuario dispone de una interfaz gráfica que le permite realizar la programación de forma fácil e intuitiva, respetando las normas básicas de la programación universal.

El robot está en capacidad de ejecutar las acciones de forma autónoma y con máxima seguridad, garantizando en todo momento la integridad del usuario. Por su fácil configuración, el sistema permite la optimización de las rutinas ya que puede ser reprogramado con facilidad, el aplicativo permite al usuario el entendimiento de la lectura de entradas, el proceso realizado sobre estas y la generación de las salidas, y su relación con el hardware sensor - microcontrolador - actuador, instruyendo en poco tiempo al usuario en la programación de tareas típicas como seguidor de línea, sumo, detección y evasión o seguimiento de objetos, de iluminación, defensa de zonas demarcadas y otras.

El presente trabajo es un buen punto de partida para un mejor desarrollo de la robótica educativa en el País y para el desarrollo de Empresa en el área, con un alto contenido social para generar mejor calidad de vida e impacto positivo en el entorno.

2. METODOLOGÍA

La metodología para el desarrollo del presente trabajo, se acerca de gran manera a la expresada por los Doctores Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger, en su publicación "*Diseño y desarrollo de productos*", la cual ha sido utilizada para lograr diferentes equipos tecnológicos como los aviones Boeing, los robots Pack bot de iRobot, las impresoras *Hewlett Packard* entre otros. Si bien la metodología de los doctores Ulrich y Eppinger se especializa en productos, tomaremos de esta la parte meramente investigativa que tiene que ver con el desarrollo tecnológico, excluyendo lo concerniente al mercadeo. En el trabajo se completan 6 fases: la planeación como fase cero, el desarrollo del concepto como fase uno, el diseño a nivel sistema como fase dos, el diseño de detalle como fase tres, la Implementación, pruebas y refinamiento como fase cuatro, y puesta en marcha, validación y publicación como fase cinco o última fase. En la figura 1, se condensan las etapas de la metodología y su soporte en la constante documentación, la simulación y los análisis económicos.

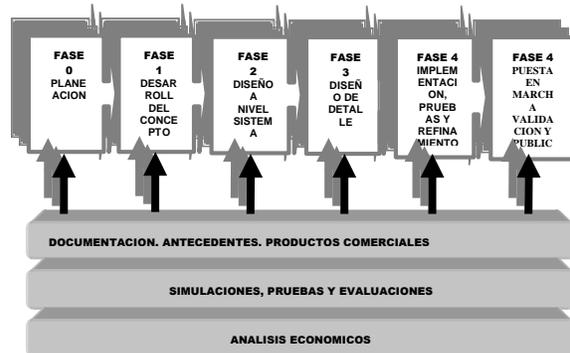


Fig. 1. Fases de diseño y desarrollo.

Fuente: Los autores.

3. SISTEMA MECÁNICO

El sistema mecánico está compuesto por dos subsistemas.

1. La estructura o chasis está compuesta por material plástico del tipo acrílico que es muy liviano y flexible haciéndolo fácil de trabajar. El acrílico es resistente y no se rompe fácilmente y de hacerlo, no se astilla, con lo cual, no se corren riesgos de lesiones, debido a cortes producidos por su quebradura, lo cual es muy importante ya que el robot será manipulado en su mayoría por infantes. Además puede permanecer largo tiempo, en la intemperie, sin sufrir daño alguno y soporta

largas horas a la exposición de los rayos ultravioletas, sin dañar su estructura y sus colores no se degradan. Para asegurar el desarrollo sostenible, el acrílico puede ser reciclado, en un 100%. El acrílico permite ser trasapado por un alto índice de luz, lo cual es importante en esta aplicación. En la grafica siguiente se muestra una fotografía de la estructura del robot.

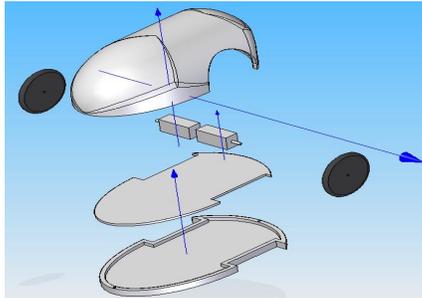


Fig. 2. Estructura del robot.

Fuente: Los autores.

- El sistema de tracción está compuesto por dos ruedas laterales de material plástico con recubrimiento de caucho para generar agarre y absorber las vibraciones, que son mínimas ya que el robot está diseñado para navegar en superficies muy regulares. Cada rueda se encuentra acoplada de forma directa al eje de un micro moto reductor de corriente directa de 6 V, 240 rpm y 1 Kg/cm de torque, la rueda tiene un diámetro de cuatro centímetros, luego el torque en su superficie es de 0.5 Kg, suficiente para la movilidad eficaz del robot a una velocidad máxima de 0.5 m/seg. El sistema se completa con una tercera rueda omnidireccional que actúa de soporte. En la imagen se observa la disposición de las ruedas de tracción con sus respectivos motoreductores y la tercera rueda.



Fig. 3. Sistema de tracción del robot.

Fuente: Los autores.

4. SISTEMA ELECTRÓNICO/ELÉCTRICO

El sistema eléctrico está compuesto por una batería de ion litio de 3.7 Voltios y 2000 mA/h, la cual se carga a través de una conexión USB con el equipo de computo que se utilice para programar el robot.

Los motoreductores utilizados son HP de 240 rpm, con voltaje nominal de 6V pero en este caso se alimentan a 3,7V, con un consumo de corriente máximo de 250mA, para una potencia máxima de 925 mW. Los motores son controlados a través de una etapa de potencia compuesta por el integrado L293, en encapsulado 16DIP contiene dos Puente H de cuatro canales con corriente de 1A, controladas con estándar DTL o TTL y pin para variar velocidad por PWM. En la figura se aprecian los elementos que componen la parte eléctrica.



Fig. 4. Componentes del sistema eléctrico.

Fuente: Los autores.

El sistema electrónico del robot está constituido por dos subsistemas, uno es el micro controlador PIC 18F4550 de montaje superficial de arquitectura RISC de 8 bits, 48Mhz velocidad reloj, 16 Kwords de memoria FLASH, 2048 bytes de memoria RAM, 256 bytes de memoria EEPROM, 13 CAD de 10 bits, 2 comparadores análogos, 1 timer de 8 bits Y 3 de 16 bits, 2 canales de PWM, 35 entradas/salidas. En el siguiente esquema se aprecia el circuito utilizado para la conexión del sistema eléctrico y electrónico.

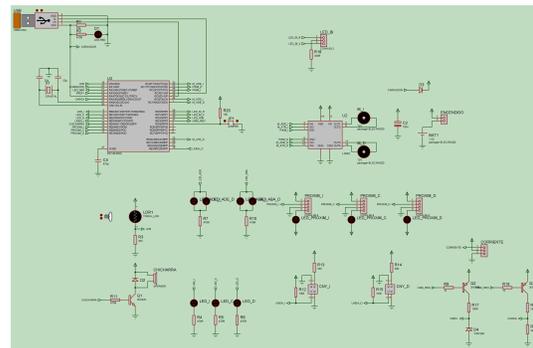


Fig. 5. Esquema eléctrico realizado en Proteus.

Fuente: Los autores.

El otro es el subsistema de percepción compuesto por diferentes sensores como los Sensores IS741FE detector de Luz con salida digital, que incorpora un modulador/demodulador para proporcionar inmunidad a la luz no deseada, permite detectar obstáculos a una distancia entre cinco y quince centímetros dependiendo del color del objeto a detectar, su funcionamiento con objetos de color negro brillante resulta ser poco confiable.

Otros sensores son los QRD1114 que son sensores óptico reflectivos NPN, integrados por un LED de luz infrarroja y un fotodarlington con filtro de luz día, utilizados para la detección de línea negra o mejor el contraste entre la línea negra y la superficie blanca o viceversa. El robot posee también un sensor de Luz, fotorresistencia o LDR, un sensor de carga de batería, compuesto por un voltaje de referencia mediante un diodo zener y el censado mediante una entrada analógica del microcontrolador. En el siguiente esquema se aprecia el diseño del circuito impreso.

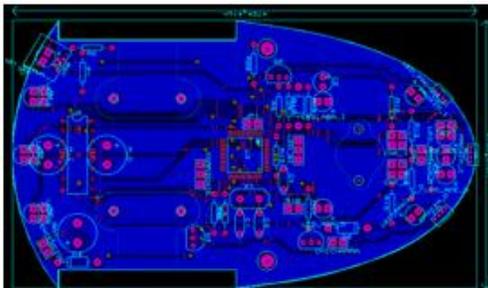


Fig. 6. Circuito impreso
Fuente: Los autores.

El sistema se implementa en placa de fibra de vidrio y se muestra en la siguiente figura.

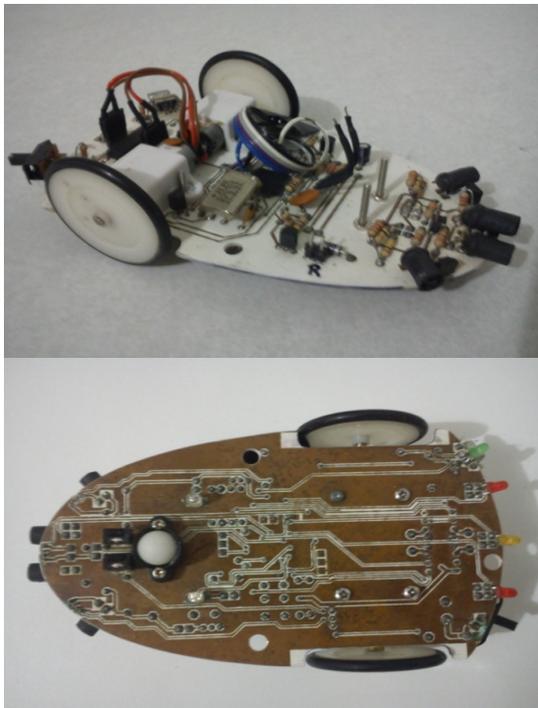


Fig. 7. Circuito impreso implementado.
Fuente: Los autores.

En resumen, el sistema electrónico del robot, funciona como un típico sistema de entradas, proceso, salidas, en este caso, las entradas son provistas por el sistema de percepción o sensores que están conectados por el modulo de entradas del microcontrolador. En el caso de los detectores de obstáculos, el sensor de carga de batería, el sensor de corriente y el sensor de luz, se usan entradas analógicas y se utilizan los canales del conversor análogo digital del microcontrolador, en el caso de los sensores de línea, se usan entradas digitales.

El microcontrolador, toma las señales de los sensores y ejecuta el proceso que ha sido programado por el usuario y genera las salidas, que en este caso serán las acciones para los diversos actuadores como son los motores de tracción para generar una trayectoria con variaciones de velocidad, indicadores luminosos tipo LED para generar señales visuales, luces LED de chorro para iluminar el entorno y un timbre piezoeléctrico para generar melodías y alarmas sonoras.

5. SOFTWARE PROPIETARIO

El software propietario es un aplicativo realizado en Turbo Delphi, que es una poderosa herramienta de desarrollo basado en el tradicional lenguaje Pascal, para generar los programas que se transfieren al robot para realizar las tareas autónomas deseadas.

El software está compuesto por una interfaz grafica de de usuario que se muestra en la siguiente figura.

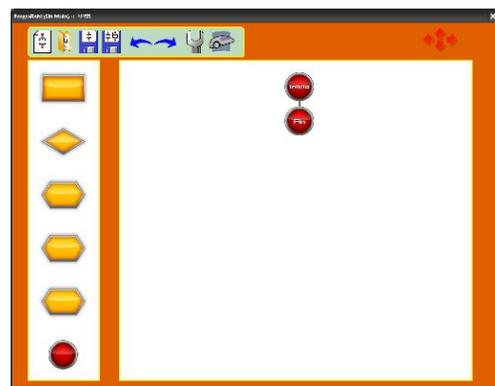


Fig. 8. Interfaz gráfica.
Fuente: Los autores.

La interfaz es muy práctica, amena e intuitiva, permitiendo a los estudiantes una experiencia agradable y divertida, posee todas las herramientas necesarias para la creación, edición y visualización de los programas mediante diagramas de bloques.

Los programas se generan con las normas convencionales de programación que se utilizan para la generación de pseudocódigos y diagramas de bloques en los lenguajes tradicionales como C y Pascal, identificando las entradas, comprobando condiciones y realizando acciones sobre las salidas, o configurando ciclos básicos como mientras que, para, hacer hasta que, con los que el estudiante podrá utilizar de acuerdo a su capacidad y pensamiento lógico y estructurado.

La programación por medio de bloques permite realizar programas de diferentes grados de complejidad de forma rápida y fácil, facilitando la inmersión del estudiante en el tema para lograr óptimos resultados en su formación. El aplicativo también permite la edición de comentarios que sirven al estudiante para tener referentes de las acciones realizadas en el programa. En el siguiente gráfico se muestra un ejemplo de programa en este caso para seguidor de línea.

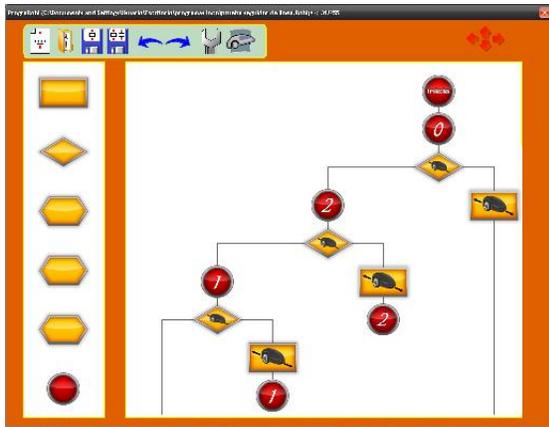


Fig. 9. Ejemplo de programa editado en la interfaz.
Fuente: Los autores

El software permite detectar la conexión y transferir la información programada desde el computador hasta el robot mediante el puerto USB, con lo cual se encuentra listo para realizar la tarea programada.

6. CONCLUSIONES

La robótica es una herramienta muy eficiente para ser implementada en procesos educativos de educación básica, media y superior.

El robot implementado está diseñado con todas las consideraciones ergonómicas y de seguridad para garantizar la integridad de los usuarios.

Se logró integrar de manera funcional un sistema mecánico, un sistema eléctrico/electrónico y un software propietario para desarrollar una plataforma robótica móvil para educación.

El software desarrollado permite aprender de manera fácil y rápida los principios y teorías de programación usadas comúnmente.

El sistema desarrollado permite el desarrollo de competencias básicas en el estudiante como trabajo en equipo, pensamiento sistemático, apertura, individualidad, identificación y solución de problemas, gestión de proyectos, y otras muy importantes en la formación del ser humano.

Los resultados obtenidos con este primer prototipo permiten un gran avance en la consecución de los objetivos del proyecto global de robótica educativa propuesto.

REFERENCIAS

- [1]. García, N. y Gonzales, M. (2002). Módulo de robótica inteligente. Universidad de Pamplona, Pamplona – Colombia.
- [2]. Ulrich, K. y Eppinger, S. (2009). Diseño y Desarrollo de Productos. México: McGraw-Hill.
- [3]. Aníbal Ollero Baturone, Robótica Manipuladores y robots móviles 2001, Barcelona - España.
- [4]. Delgado, A. (1998). Inteligencia artificial y mini robots. Colombia: ECOE Ediciones.