

# **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO “ROBOT SEGUIDOR DE LÍNEA VELOCISTA”**

***José Luis Ocampo Casados***

Universidad Tecnológica de Altamira

*josecasados@hotmail.com*

***Edgar Uxmal Maya Palacios***

Universidad Tecnológica de Altamira

*uxmalmaya@hotmail.com*

***Javier Rossette García***

Universidad Tecnológica de Altamira

*viertegar@yahoo.com.mx*

***Julio César Martínez Gámez***

Universidad Tecnológica de Altamira

*j\_cesar76@hotmail.com*

***Mario Enrique Barrios Aguilar***

Universidad Tecnológica de Altamira

*Mario\_enrique79@hotmail.com*

## **Resumen**

Promover el desarrollo de robots seguidores de línea entre los estudiantes de la carrera de Mecatrónica en la Universidad Tecnológica de Altamira, así como el aprendizaje por competencias, mediante la estrategia de aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas.

Esta investigación comprende un desarrollo progresivo de diferentes etapas que inicia desde la definición de las características del robot hasta la selección de materiales y componentes electrónicos, diseño, ensamble y construcción del mismo y pruebas de funcionalidad, mismos que implementados en ese orden dan como producto terminado un robot seguidor de línea velocista.

La meta fue construir un robot liviano y veloz, para ello se utilizó la mínima cantidad de materiales y accesorios necesarios, cuidando también el tamaño y peso de los componentes que, en su conjunto, dieron un buen resultado.

**Palabras claves:** prototipo, robot, seguidor de línea velocista.

## 1. Introducción

La Universidad Tecnológica de Altamira es una Institución Educativa de Nivel Superior que opera bajo un modelo curricular 70% práctico y 30% teórico, integrando diferentes áreas del conocimiento (transversalidad), fundamentales para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje.

En ese sentido, se busca que los estudiantes pongan en práctica diferentes habilidades y destrezas, que van adquiriendo durante su formación académica, a fin de ser competentes al egresar e incorporarse dentro del sector productivo de bienes y servicios.

En este contexto, los alumnos de la carrera de Mecatrónica – bajo la guía de sus maestros-, desarrollan diferentes proyectos, como el que a continuación se presenta: *diseño y construcción de un robot seguidor de línea velocista*. Mediante el cual aprenden a resolver problemas como la construcción del mismo, empleando: herramientas de diseño y modelado en 3D; aplicando conocimientos de matemáticas, electrónica y mecánica; trabajando en equipo de manera cooperativa, solidaria y con responsabilidad, para alcanzar el objetivo deseado. Contribuyendo a la formación integral de los estudiantes, tanto en el área académica, tecnológica y humana.

## 2. Objetivos

- Diseñar y construir un Robot Seguidor de línea para competencias en torneos de robótica móvil.
- Fomentar el espíritu creativo en los estudiantes para el desarrollo de proyectos robóticos, tomando en cuenta factores como: la funcionalidad, seguridad y diseño, con el fin de lograr la operatividad del mismo en un ambiente controlado.

- Integrar diferentes áreas del conocimiento: matemáticas, electrónica, mecánica, informática, diseño 3D, dentro del contexto de la automatización.
- Propiciar el desarrollo académico bajo el modelo de aprendizaje basado en competencias, mediante el trabajo en equipo, resolución de problemas, ambiente colaborativo.

### 3. Métodos

La robótica, hoy en día, juega un papel muy importante en ambientes específicos como: *el industrial*, donde se emplean brazos robóticos para el ensamblaje de piezas de vehículos, o en el traslado de herramienta para llevar a cabo un determinado proceso; en *la medicina*, donde los cirujanos llevan a cabo, intervenciones con un alto nivel de precisión; en ámbito educativo, porque mediante kits, los estudiantes aprender a ensamblar, programar y dirigir un robot.

En este sentido, permite a los estudiantes – apoyados por sus profesores-, desarrollar las capacidades creativas y de organización, fomentar el trabajo en grupo, promover la necesidad de experimentar y de descubrir nuevas habilidades, el interés por investigar; y bajo el modelo de Aprendizaje Basado en Competencias (ABP), se promueve el diseño y la elaboración de creaciones propias.

Así pues, los robots educativos o resultantes de proyectos educativos, generan beneficios a mediano y largo plazo, dicho beneficio genera conocimiento y hacen que la industria del conocimiento evolucione, dicha evolución genera un impacto directo en las nuevas economías del conocimiento. Entonces la relación costo/beneficio es mayor, ya que hay que capacitar a las nuevas generaciones iniciando desde educación básica y culminando ésta hasta la educación superior y/o el posgrado.

En México, como en América Latina, el uso de robots está asociado a las facultades de ingeniería de las Universidades o a entornos altamente tecnológicos. Sin embargo, los expertos concuerdan en que la Robótica Educativa es una herramienta poderosa y flexible que permite a los estudiantes realizar

concepciones mentales de orden superior, reflexionar sobre el porqué de las cosas, experimentar e identificar las repercusiones de las decisiones que se toman y comprenderlas.

La Robótica implementada en la educación, privilegia el aprendizaje inductivo y por descubrimiento guiado, lo cual asegura el diseño y experimentación, de un conjunto de situaciones didácticas que permiten a los estudiantes construir su propio conocimiento. La robótica pedagógica por tanto, se inscribe, en las teorías cognitivistas de la enseñanza y del aprendizaje. En proceso de construcción doblemente activo. Por una parte, demanda en el estudiante, una mayor actividad de carácter intelectual; y por otra, pone en juego todas sus características sensoriales.

### **Etapas para el desarrollo del proyecto**

En esta sección se describen, en orden progresivo, cada una de las etapas que se siguieron para la realización de este proyecto, considerando que hacerlo de esta manera, es la base principal para construir un robot seguidor de línea velocista y obtener el resultado deseado:

- **Definición de las características del robot.** Definición de las características del robot, y descripción de los requerimientos para la construcción del mismo:
  - ✓ *Velocidad del robot:* este robot utiliza motores de alta velocidad. Lo cual le permitirá alcanzar una velocidad de 3 m/s y soportar su propio peso.
  - ✓ *Peso del robot:* es de 150 g, siendo muy ligero para alcanzar la velocidad deseada.
  - ✓ *Capacidad de respuesta a los cambios de trayectoria:* el robot utiliza un arreglo lineal de ocho sensores infrarrojos, colocados en la parte frontal, con el propósito de anticiparse a los cambios en la trayectoria a seguir.
  - ✓ *Autonomía en el recorrido:* el microcontrolador marca baby orangutan ( compuesto por un microcontrolador ATmega y un puente H dual), de pequeñas dimensiones y de respuesta rápida, programado para seguir la trayectoria a través de los datos recibido por los sensores infrarrojos y a su vez accionar los motores a la velocidad necesaria.

- **Selección y características de materiales y componentes electrónicos:**

Fundamentales para su construcción:

- ✓ *Motores eléctricos:* se encargan de proporcionar movilidad y velocidad requerida para que el robot termine un recorrido específico durante un tiempo establecido. En este caso, se emplearon dos motores marca Polulu, los cuales tiene una velocidad de seis mil rpm y un torque de 0.5 kg.cm.
- ✓ *Sensores infrarrojos:* se encargan de detectar la línea a seguir, la cual está pintada en el piso, sea recta o curva, según los lineamientos del torneo. En este proyecto son ocupará un arreglo de ocho sensores, que en conjunto, permitirán y facilitarán mantener la trayectoria a seguir.
- ✓ *Puente H:* es un circuito eléctrico que a través de éste, suministra la potencia necesaria para que el robot realice el recorrido a menor tiempo, así como llevar a cabo los ajustes de voltaje y polaridad necesarios para mantener la trayectoria.
- ✓ *Microcontrolador:* es el cerebro del robot, ya que lo controla y le brinda direccionalidad, a través la lectura de datos recibidos a través los sensores.
- ✓ *Circuito elevador de voltaje:* proporciona el nivel de voltaje necesario para que los motores operen correctamente.
- ✓ *Interruptor de on/off y pushbutton de inicio:* elementos requeridos para energizar el robot y dar inicio al funcionamiento del mismo.
- ✓ *Cables y conectores:* son empleados para conectar los diversos componentes requeridos por el robot.
- ✓ *Batería:* es la fuente de voltaje utilizada para energizar toda la circuitería que el robot utiliza para su funcionalidad.
- ✓ *Brackets:* son accesorios utilizados para sujetar los motores al chasis del robot.
- ✓ *Llantas:* pieza circular mediante la cual los motores eléctricos ejercen tracción sobre la superficie en contacto, brindándole capacidad de movimiento.

- ✓ *Tablilla fenólica*: es una placa de material aislante cubierta de cobre (por uno u ambos lados), en la que se elaboran los circuitos impresos y sirve para montar y conectar los componentes necesarios.
- ✓ *Tornillos y tuercas*: son elementos mecánicos que permiten la fijación temporal de piezas entre sí.
- ✓ *Soldadura de estaño y cautín*: la soldadura de estaño es un tipo de soldadura blanda que componentes electrónicos de un circuito, permitiendo la circulación de corriente hacia éstos. Mientras que el cautín es una herramienta eléctrica que posee una barra de metal que genera suficiente calor para derretir ciertos metales [Martínez, 2009].
- ✓ *Taladro para placas impresas*: cualquier tipo de agujero que atraviese la placa impresa (atravesando por tanto todas y cada una de las capas que la componen). Normalmente destinado al anclaje o sujeción de componentes mediante la introducción de sus patas en el taladro [TÉCNICAS DE CAD, s/f].
- ✓ *Equipo de corte*: es una máquina portátil de corte que, junto con una hoja de sierra con movimientos vaivén (abajo – arriba) y, en algunos modelos también con movimientos del tipo pendular (abajo – arriba con un desplazamiento hacia delante), nos permite realizar con facilidad cortes rectos o curvos sobre casi cualquier superficie: madera, plástico, metal [Introducción a la Sierra Caladora, 2010].
- **Etapa de diseño**. Diseño del circuito impreso y chasis, donde se montaron los componentes electrónicos, motores y accesorios del robot
  - ✓ Se diseñó un chasis ligero y circuito impreso empleando el software de circuitos impresos PCB Wizard, distribuyendo eficientemente los componentes, para que el centro de masa le proporcione estabilidad al robot, especialmente en las curvas (figura 1).
  - ✓ Se desarrolló el circuito impreso sobre el chasis, evitando el exceso de cableado, brindándole mayor presentación al robot.
  - ✓ Diseño de la pista de carreras con el software SolidWorks (figura 2).

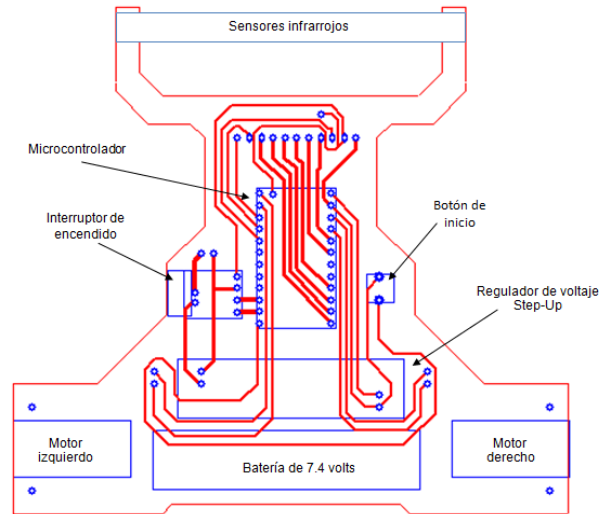


Figura 1 Diseño y distribución de componentes sobre el chasis de robot seguidor de línea.

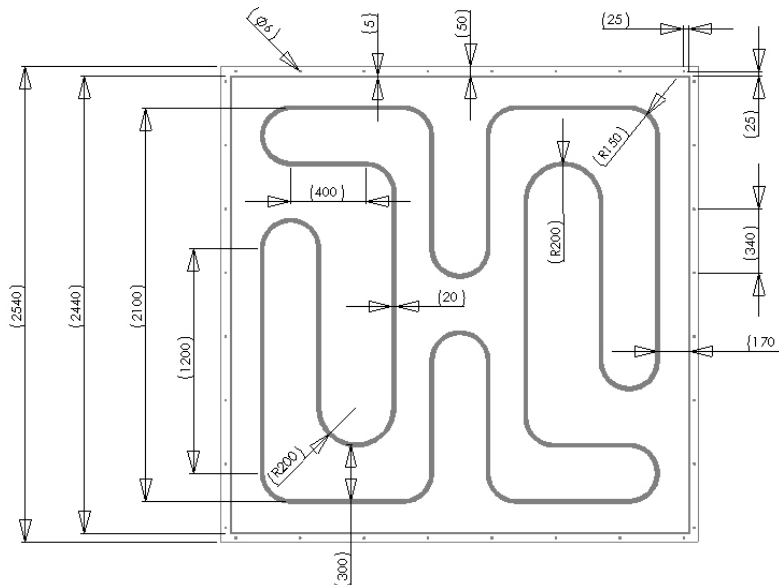


Figura 2 Diseño de la pista para robot seguidor de línea.

- **Etapas de construcción y ensamblado:** El chasis se construyó con el mismo material con que se diseñó el circuito impreso, es decir, la tabla fenólica (figura 3), con la finalidad de darle ligereza al robot, implicando:
  - ✓ Corte de la placa de acuerdo a las dimensiones establecidas en el diseño.
  - ✓ Serigrafía del diseño plasmada en la cara de cobre de la placa.

- ✓ Se colocó la placa en cloruro férrico para que quedaran solamente las pistas y orificios del circuito impreso (figura 4).
- ✓ Se hace corte en la placa correspondiendo a la forma del chasis.
- ✓ Posteriormente se realizaron las perforaciones, conforme al diseño, para el montaje y conexión de componentes electrónicos.

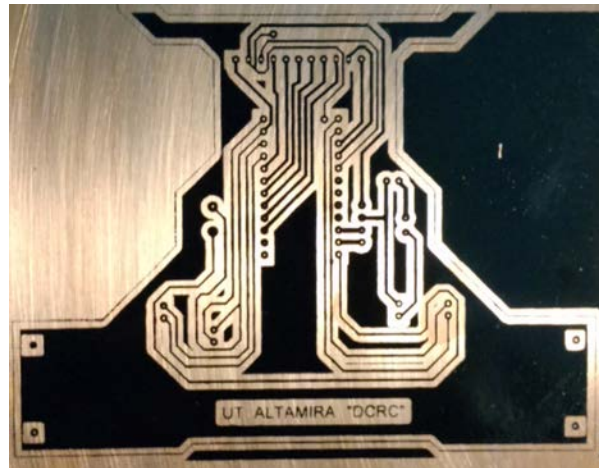


Figura 3 Placa fenólica serigrafiada con el diseño del chasis.



Figura 4 Proceso de obtención del circuito impreso mediante aplicación de cloruro férrico.

- ✓ Se procedió a soldar los componentes antes mencionados (figura 5).
- ✓ En la parte frontal del chasis se colocó y conectó el arreglo de sensores fotoeléctricos.



- ✓ Montaje y conexión de motores eléctricos.
- ✓ Instalación de las llantas.
- ✓ Montaje y conexión de la fuente de energía. La figura 6 muestra el chasis terminado y todos sus componentes instalados, mientras figura 7 las vistas frontal y lateral del robot seguidor.
- ✓ Construcción de la pista de carreras.
- ✓ Programación del robot.



Figura 5 Componentes que conforman el proyecto.

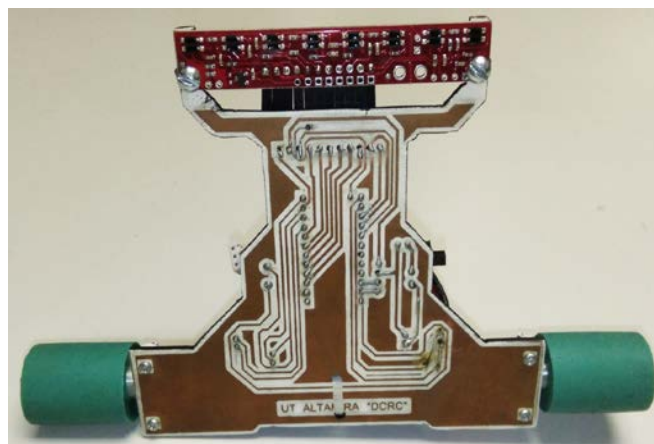


Figura 6 Chasis con circuito impreso terminado.



a) Vista frontal.

b) Vista lateral.

Figura 7 Robot seguidor de línea velocista.

- **Pruebas de funcionalidad.** Se realizaron los ajustes necesarios para que el robot concluyera con éxito el recorrido de la pista:
  - ✓ Se colocó el robot dentro de una pista de competencia, con la finalidad de que siguiera la trayectoria correspondiente.
  - ✓ En la primera prueba realizada en la parte de línea recta de la pista, se constató que el robot zigzagueaba al seguir la trayectoria.
  - ✓ Por lo tanto, se realizaron ajustes de programación para que el robot avanzara lo más recto posible.
  - ✓ Al seguir la trayectoria de las curvas, el robot se salía de la pista, a causa de la alta velocidad con que fue programado.
  - ✓ Se realizaron ajustes en la programación, agregando una subrutina de control.
  - ✓ Posterior a este período de pruebas y correcciones, el robot seguía la trayectoria de forma correcta, hasta completar el recorrido de la pista.
  - ✓ Finalmente, se realizaron dos pruebas más, verificando que el robot completara el recorrido completo sin salirse de la pista.

#### 4. Resultados

El diseño y construcción del robot seguidor de línea es una tarea que demanda la aplicación de conocimientos de las diversas áreas del saber, así como el empleo de habilidades para el manejo de herramientas. Razón por la cual en la carrera de Mecatrónica, se formaron equipos de trabajo con un mismo objetivo,

pero cuyos integrantes, contaran con destrezas diferentes, que al interactuar entre ellos, siguiendo un plan de trabajo, lograron los siguientes resultados:

- Trabajo en equipo e integración de diferentes áreas del conocimiento tecnológico.
- El desarrollo de habilidades cognitivas y psicomotrices en alumnos de la carrera de Mecatrónica para el diseño y construcción del robot.
- Se propició el aprendizaje basado en competencias a través de estrategia de resolución de problemas, trabajo colaborativo y aprendizaje basado en proyectos.

## **5. Bibliografía y Referencias**

- [1] De Máquinas Y Herramientas. Introducción a la Sierra Caladora: 7 de Diciembre de 2010. [www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/sierra-caladora](http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/sierra-caladora).
- [2] Revista Educación 3.0 (2014). La robótica educativa como método de aprendizaje. Julio. Madrid: <http://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/la-robotica-educativa-como-metodologia-de-aprendizaje/18904.html>.
- [3] Martínez, Greicy, Montealrege, Ivonne, Haidar, Adjam, Montes Gilbert. Cautín Eléctrico. Relaciones que Posee el Circuito Eléctrico del Cautín con los Sistemas. Disponible en: <http://cautingelectricougma.blogspot.mx/>. 25 de enero de 2009.
- [4] Olivares, Sergio; Sánchez, Rafael. La soldadura: <http://electronica.ugr.es/~amroldan/asignaturas/curso03-04/cce/practicas/soldadura/soldadura.htm>.
- [5] Técnicas de Cad. Tema 1. Glosario de Términos. <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Glosario%20de%20terminos%20de%20ORCAD.pdf>. (s/f).
- [6] Red Nacional de Robótica y Mecatrónica (2012). Robótica y Mecatrónica Educativa. <http://robmec.org/investigacion/proyectos-semillas/robotica-y-mecatronica-educativa>.