

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ROBOT MÓVIL CONTRA INCENDIOS “ROBOCATEPETL”

Guerrero Castellanos José Fermi  
Morales Ramírez Gabriel  
Sánchez Bautista José Miguel  
Sánchez Santana José Pedro

Facultad de Ciencias de la Electrónica. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Av. San Claudio y 18 Sur, Colonia San Manuel. Puebla, Pue. CP. 72590.

robocatepetl@kim.ece.buap.mx, jfermi@ece.buap.mx, gabmr@hotmail.com,  
msanchez@kim.ece.buap.mx, jpedro\_s@hotmail.com

## RESUMEN

En este documento se expone el proyecto “Robocatepetl” el cual consiste en el diseño e implementación de un Robot Móvil capaz de navegar autónomamente en un entorno análogo al de una casa habitación, teniendo la tarea principal de encontrar una pequeña vela encendida y entonces extinguirlo. Esta tarea tiene la intención de simular la operación de funcionamiento de un robot en un incendio en el mundo real, con el objetivo de implementar en un futuro métodos más avanzados de protección, lo cual permitirá una mayor seguridad de la vida humana.

Las características de este Robot Móvil permitieron la participación de nuestro equipo en un concurso de Robots Móviles “*FIRE-FIGHTING HOME ROBOT CONTEST*” celebrado en el Trinity College en la Ciudad de Hartford, Connecticut, Estados Unidos.

## 1. INTRODUCCION

El campo de la robótica móvil se está convirtiendo en uno de los más interesantes en los últimos tiempos. La navegación autónoma ha sido, y es, un campo de investigación muy activo en las últimas décadas, con importantes avances que han permitido la integración de robots móviles en el ámbito industrial e incluso en el ámbito doméstico, que si bien se encuentra en su fase inicial presenta buenas perspectivas. Este ámbito presenta un campo de aplicaciones bastante amplio en la navegación de robot móviles autónomos para realizar diferentes tareas.

La idea de este proyecto es crear una aplicación específica para un robot móvil, por lo cual nuestro propósito es diseñar e implementar un robot móvil, que pueda desplazarse a través de una pista que simula ser una casa,

encontrar una vela encendida y apagarla en el menor tiempo posible. Lo que se intenta es simular una situación real en la que un robot desempeña la función de detector y extinguidor de incendios en un hogar. La vela presenta el foco del incendio que se ha iniciado en el hogar y que el robot deberá encontrar y extinguir.

## 2. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL ROBOT MOVIL “ROBOCATEPETL”

La operación del robot móvil aumenta en complejidad cuando se realiza en ambientes o entornos no estructurados como los del mundo real [3]. Para el diseño de un robot que opere en estos ambientes son muchos los factores que se deben tener en cuenta; principalmente, el control se realiza bajo condiciones de imprecisión e incertidumbre, por ejemplo, el conocimiento del entorno por los sensores es por lo general incierto, incompleto y aproximado. Es por ello que se construyó una pista que simula ser una casa, el tamaño de la pista es de 2 por 2 metros en la cual se tienen cuatro cuartos distribuidos de forma estratégica para lograr un eficaz algoritmo de control, las paredes de la estructura son de 33 centímetros de alto y están pintadas de color blanco, el piso de la pista es de madera lisa y de color negro, los pasillos y los accesos a las distintas habitaciones tendrán un ancho de 46 cm., habrá una línea blanca de 2.5 cm de ancho pintada en el piso indicando la entrada a cada habitación.

El trabajo es dividido en 4 partes fundamentales:

- Sistema Mecánico
- Sistema Sensorial
- Sistema Electrónico
- Algoritmo de control

Cada una de estas partes fue analizada cuidadosamente, con el objetivo de obtener una plataforma de robot móvil robusta capaz de interactuar en un ambiente real [1], [2].

### Sistema Mecánico

La plataforma sobre la que se desarrollo y se probó la arquitectura propuesta consiste de un robot móvil tipo triciclo, de construcción propia. Consta de dos plataformas, una inferior y otra superior, en la cual se adhiere los mecanismos electrónicos y mecánicos.

La plataforma inferior es un círculo de aluminio de 20 cm de diámetro y la cual sustenta dos llantas laterales de tracción de 8.75 cm. de diámetro teniendo una separación de 16.5 cm. , una rueda trasera (rueda loca) de un cm. de diámetro, dos motores DC, y un encoder por llanta

Por su parte, la plataforma superior es un círculo de aluminio de 16.5 cm. que soporta un sistema mecánico encargado de elevar un ventilador.

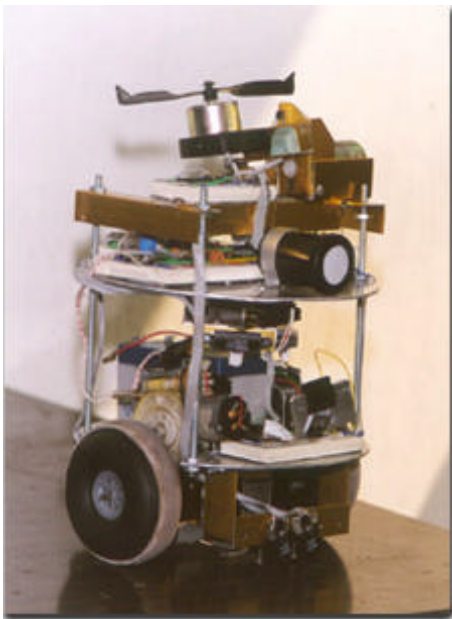


Figura 1. Robot móvil “Robocatepetl”.

### Sistema Sensorial

Para una eficiente navegación autónoma es requerido un buen módulo de sensores para realizar el reconocimiento del entorno, el cual está integrado de un encoder óptico por llanta, dos sensores de detección de línea blanca HOA1405-2, un sensor pyroeléctrico para la detección de fuentes de calor (ELTEC modelo 442) y tres sensores de proximidad SHARP GPD12. Con todo ello se logra reconocer el entorno de forma eficaz.

Se integró un sistema de activación por sonido que consiste en el reconocimiento de una onda sonora de frecuencia 3.5 KHz, produciendo una señal digital que es enviada al microcontrolador, (ver circuito eléctrico en la figura 2), realizando una situación mas real, pues existen alarmas que en presencia de fuego emiten tal sonido.

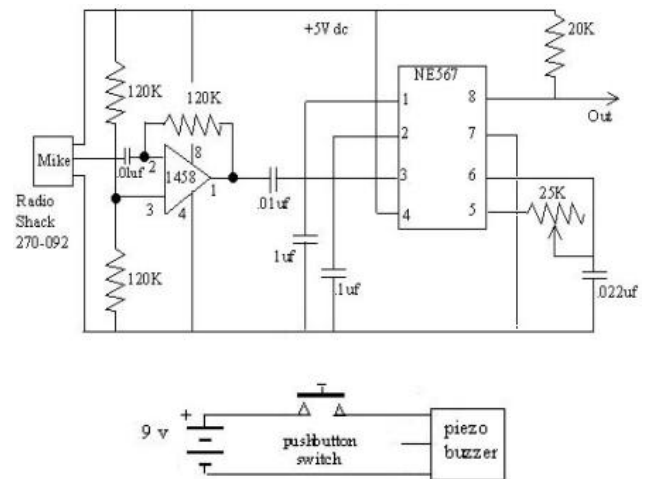


Figura 2. Circuito electrónico de la activación por sonido.

### Sistema Electrónico

La unidad de control está basada en un microcontrolador que ejecuta el algoritmo de control del robot, el proceso de las ordenes para los actuadores del vehículo y la adquisición de señales provenientes de los sensores.

El microcontrolador utilizado permite una reprogramación constante del robot, de modo que en el desarrollo se puede elaborar, bajar, correr, probar, experimentar, y corregir algoritmos de control sobre la misma plataforma de hardware, con el solo fin de evolucionar la programación en busca del perfeccionamiento adecuado del robot.

El microcontrolador ocupado fue el PIC 16F877, el cual tiene las siguientes características: memoria de programa tipo FLASH con una capacidad de 4K, memoria de datos (RAM) con capacidad de 192 bytes , memoria EEPROM con capacidad de 128 bytes, dos módulos CCP (captura y comparación de datos), en estos módulos se puede implementar módulos PWM (modulación por ancho de pulso), tres timers (dos de ocho bits y uno de dieciséis), comunicación Serie, comunicación paralelo y conversor A/D de 10 bits . La programación se realizó en lenguaje ensamblador utilizando el programa MPLAB.

Se requirió incluir la electrónica necesaria para acondicionar perfectamente las señales provenientes de los sensores para llevar a cabo el proceso de control y ejecución de movimientos del robot móvil en la pista.

La energía del móvil se obtuvo de una fuente de 20 volts y 5 volts suministrada por dos baterías recargables de 12 volts a 1.2 amperes.

El movimiento de los motores se realizó con ayuda de dos puente-H L293B, colocándolos de forma estratégica para lograr una mayor capacidad de corriente, esto fue logrado al colocarlos paralelamente.

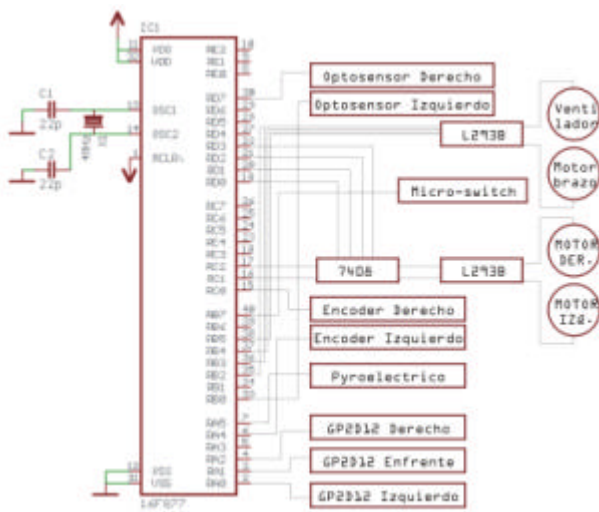


Figura 3. Diagrama esquemático del sistema electrónico.

### Algoritmo de Control

Una de las partes más importantes es la programación del robot móvil pues es aquí donde se tiene que realizar un buen algoritmo de control para el reconocimiento del entorno y poder tomar decisiones pertinentes y lograr navegar autónomamente en la pista.

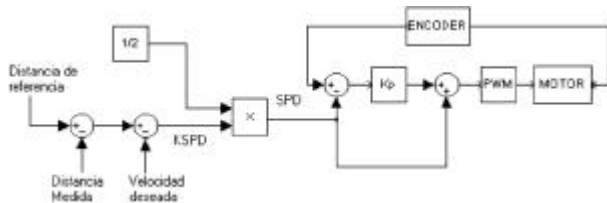


Figura 4. Diagrama a bloques del algoritmo de control de navegación.

Una vez activado el robot por medio del sonido de 3.5 KHz se hace el reconocimiento del entorno a partir de los

sensores de proximidad y haciendo un movimiento hacia adelante y navegando siempre con la referencia de la pared de su lado izquierdo, con los sensores de proximidad se logra mantener el móvil a una distancia de 10 cm. de la pared realizando un control proporcional y así garantizar una navegación eficaz.

La detección de un cuarto se logra al cruzar la línea blanca que se tienen a la entrada de cada cuarto y mandando al control la señal pertinente para que el robot realice un escaneo y logre detectar la fuente de calor, que en nuestras condiciones es una vela. El escaneo se logra haciendo un movimiento de izquierda a derecha y viceversa sobre el propio eje del móvil detectando la vela por medio del sensor ELTEC, de no encontrar una fuente de calor en el cuarto el móvil saldrá inmediatamente para continuar su búsqueda. Este proceso lo repetirá hasta que el móvil encuentre dicha fuente de calor y cuando el sensor de detección de calor mande la señal de presencia de fuego al microcontrolador este realizara las acciones pertinentes para poder sofocar el incendio.

En el momento que se detecta la presencia de fuego en un cuarto el móvil rápidamente se dirigirá hacia dicha fuente para poder extinguirla, esto lo logra gracias a la activación de un mecanismo análogo a una catapulta en la cual se tiene un ventilador y con ello se logra una catapulta de aire al mismo tiempo que el móvil se mueve de izquierda a derecha y viceversa sobre su propio eje para garantizar que se extinga el fuego completamente, las condiciones ideales que se tienen en la pista incluyen tener la vela sobre un círculo blanco para sensar que se está a 30 cm. del fuego y poder ejecutar las acciones previamente dichas.

Durante las diferentes pruebas del robot móvil en la pista se logró tener una velocidad de 0.80 m/seg.

### 3. CONCLUSION

Se logró implementar un robot móvil de buenas características para la navegación autónoma en una pista, y que en esta ocasión se le dio específicamente la tarea de extinguir un fuego.

Surge la motivación y deseo de mejorar y desarrollar nuevos trabajos relacionados al tema.

Se logró una buena participación en el concurso ya mencionado, donde se adquirió una experiencia importante.

Una limitación es haber programado a bajo nivel, es decir, ensamblador, por lo que en un futuro se piensa

implementar un nuevo hardware que soporte una programación a alto nivel.

La plataforma de robot móvil puede tener otras aplicaciones domésticas, como por ejemplo: la vigilancia y la limpieza de una casa.

#### **4. AGRADECIMIENTOS**

Se agradece la colaboración de la Dra. Rocío Alba Flores y el Dr. Fernando Ríos Gutiérrez, profesores de la Universidad de Minnesota por sus valiosos aportes.

#### **REFERENCIAS**

[1] H. R. Everett, *Sensors for mobile Robots Theory and Application* (Naval Command, control and Ocean Surveillance Center, san diego, California, A K Peters, Ltd Wellesley, Massachusetts, 1995).

[2] A. P. Del Pobil, M. A. Serna, *Spatial Representation and Motion Planning* (Springer, 1995).

[3]E. Zalama, A. González, J. Delgado, J. García, *Construcción de Mapas de entorno y estimación de la posición de un robot móvil* Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática. Universidad de Valladolid.