

# Diseño y realización de Maxcota, un juguete inteligente

Ortiz Rojas Jaime, Vásquez Sanjuan Jacob J.

Universidad Tecnológica de la Mixteca  
Carretera a Acatlima Km 2.5, Huajuapán de León, Oax., Tel. 01 953 53 20399 ext 200.

## Resumen

*El robot descrito en este artículo se llama “Maxcota” y es un móvil de control reactivo cuyo objetivo principal es ser un juguete interactivo para niños de temprana edad.*

*Características principales de Maxcota:*

- *Utiliza un control remoto por infrarrojo, el cual le permite al usuario controlar las funciones del robot.*
- *Lleva a cabo 5 movimientos básicos, que son: desplazamiento hacia adelante, desplazamiento hacia atrás, giro a la izquierda, giro a la derecha, y paro.*
- *Realiza juegos de persecución con el usuario, los cuales pueden ser: que el robot siga al usuario, que el robot evite al usuario y que el robot navegue en la escena que se encuentre.*
- *Posee un radar con sensores infrarrojos para ubicar los obstáculos que interfieran en su trayectoria.*
- *Incorpora un kit de reconocimiento de voz para identificar palabras pronunciadas por el usuario.*
- *Utiliza un chip grabador y reproductor de mensajes para informar el estado en que se encuentra.*

## 1. Introducción

El desarrollo de los robots se fundamenta en áreas como ciencias de la computación, ingeniería eléctrica, electrónica, matemáticas, ingeniería mecánica, y diseño de estructuras.

En estas áreas se basaron las primeras implementaciones de los robots, y en un principio fue suficiente para crear sistemas que mejoraron la eficiencia de los procesos de producción de las fábricas.

Pero al comenzar el deseo de ver a los robots trabajar junto a las personas en los lugares donde se desarrolla la vida diaria, se visualizaron los primeros problemas que tienen los robots para interactuar con un medio ambiente variable, o en el peor de los casos desconocido.

Esta nueva meta amplió el campo de estudio de los robots. Ahora se incorporan áreas como la de los sensores, ciencia cognoscitiva, psicología, e inteligencia artificial, con el fin de desarrollar robots inteligentes que presten algún servicio a las personas.

Maxcota es un robot inteligente porque a pesar de ser un juguete, las funciones que desempeña le permiten interactuar con el usuario y el medio ambiente que le rodea. Pero siempre habrá controversias en llamar a una máquina inteligente y la forma de calificar su inteligencia dependerá del punto de vista particular de cada persona.

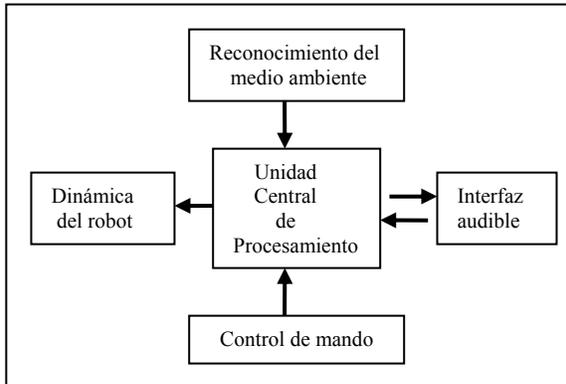
## 2. Diseño del robot Maxcota

Maxcota es un robot móvil que fue construido bajo los siguientes objetivos:

- Crear un juguete para niños de temprana edad. Con una estructura exterior fuerte, y un diseño gracioso que invite al usuario a tener una mascota artificial.
- Desarrollar una parte educativa del robot para que los padres reconozcan la utilidad del juguete, por medio de la estimulación de los sentidos del niño.
- Tener un grado de autonomía para navegar en un ambiente real y poder generar un juego de persecución entre el robot y el usuario.

## 2.1. Sistema electrónico del robot.

En la figura 1 se muestra el diagrama a bloques del sistema con el cual, se satisfacen las tareas propuestas para el robot.



**Fig. 1. Diagrama a bloques del sistema**

La dinámica del robot se compone de los servomotores que proporcionan movimiento al robot y al radar.

El reconocimiento del medio ambiente localiza los obstáculos que interfieren con la trayectoria del robot, y también ubica al usuario durante el juego de persecución.

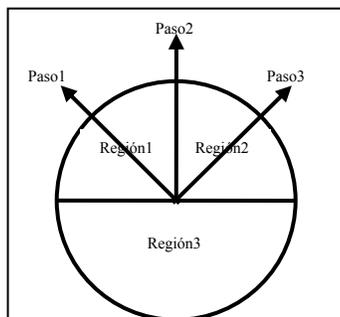
La interfaz audible permite establecer una comunicación oral entre el robot y el usuario, a través de un reconocedor de voz y un reproductor de mensajes.

El control de mando permite al usuario la selección de las funciones del robot.

La unidad central de procesamiento (CPU) realiza el control de los componentes electrónicos.

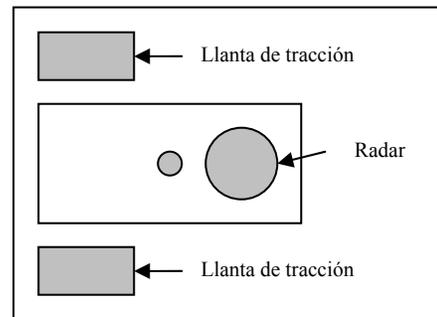
## 2.2. Dinámica del robot.

Para el desplazamiento del radar, se utilizó un servomotor usado como un motor de pasos, como lo muestra la figura 2.



**Fig. 2 Regiones del radar**

Para el desplazamiento del móvil se adoptó la configuración de tipo diferencial, con 2 servomotores para dar tracción a las llantas traseras y una tercera llanta enfrente para la estabilidad del robot, como lo muestra la figura 3.



**Fig. 3. Esquema de la dinámica de Maxcota**

## 2.3. Reconocimiento del medio ambiente.

Para identificar un obstáculo en un ambiente real, se toma el principio de que la emisión de luz infrarroja se refleja en superficies reflexivas. De esta forma, se usó el detector GP1U7 de Sharp junto con un par de diodos transmisores de infrarrojo para localizar obstáculos cercanos al robot.

Además, para la seguridad del robot se incluyen unos interruptores de contacto V4T7 para identificar los obstáculos no detectados por el radar de infrarrojo.

Para la ubicación del usuario, se usó una comunicación por infrarrojo, aprovechando el mismo receptor GP1U7 de Sharp. En este caso, la señal que identifica la posición del usuario es transmitida por el control de mando.

## 2.4. Interfaz audible.

Se recurrió a un kit de reconocimiento de voz VSD386 para identificar las palabras pronunciadas por el usuario, y así seleccionar alguno de los juegos de persecución del robot.

También se incluyó un grabador/reproductor de voz ISD2509 para indicar al usuario mediante mensajes almacenados en memoria, el estado en que se encuentra el robot.

En la siguiente tabla se muestran los mensajes que el robot reproduce al usuario.

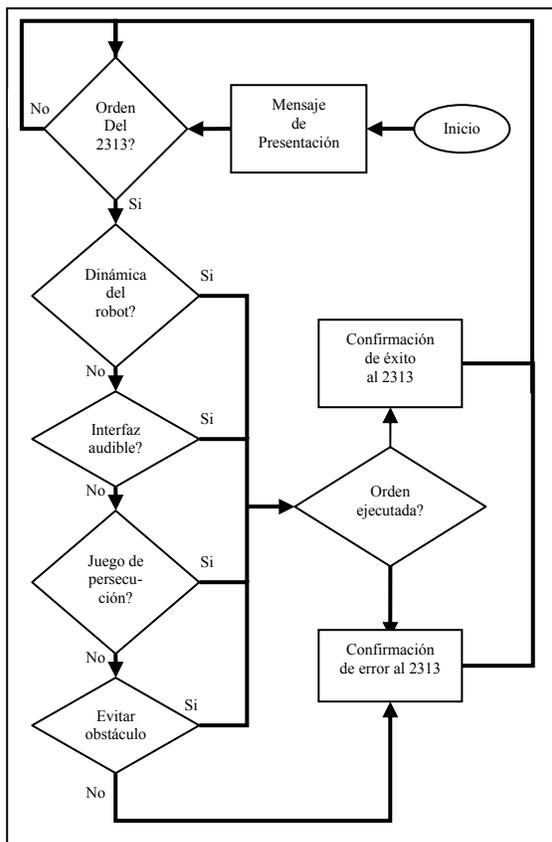
Mensajes
“Hola soy mascota y quiero ser tu amigo”
“Ha te encontré”
“Ups Obstáculo”



El monitoreo de los detectores de infrarrojo se encarga de identificar alguna orden generada por el control de mando, o de identificar la ubicación de algún obstáculo cercano al robot.

Una vez que el AT90S2313 ha identificado el evento ocurrido, envía la orden al AT90S8515, y espera una confirmación para continuar con sus funciones.

En la figura 6 se muestra el diagrama de flujo del microcontrolador AT90S8515, el cual se encuentra en espera de una orden del AT90S2313 para realizar la tarea correspondiente.



**Fig. 6 Diagrama de flujo del AT90S8515**

Las tareas que tiene que llevar a cabo el AT90S8515, son: el control de la dinámica del robot, el control de la interfaz audible, realizar el juego de persecución, y evitar los obstáculos.

La dinámica del robot consiste en el control de los servomotores de tracción, para desplazarse en el medio ambiente que lo rodea.

El control de la interfaz audible, se refiere a las rutinas que realiza la unidad de procesamiento para reproducir los mensajes pregrabados, y también para grabar o reconocer la voz del usuario.

Las funciones del juego de persecución, se basa en la toma de decisiones que la unidad de procesamiento lleva a cabo para que el robot busque al usuario, lo evite, o navegue en su entorno.

La tarea de evitar obstáculos, realiza el control de la dirección del robot para alejarse de los objetos que interfieran en su trayectoria.

Cuando el AT90S8515, termina una tarea satisfactoriamente, tiene que transmitir un dato de confirmación al AT90S2313. De otro modo, envía un dato de error.

## 2.7. Alimentación del sistema

La obtención de la fuente de energía se realiza a través de un arreglo en serie de 4 baterías tipo C de 1.5 voltios a 1500 mAh.

## 3. Resultados del sistema

### 3.1. Descripción de funciones

A continuación se resume el comportamiento de Maxcota, a través de la descripción de las funciones que puede llevar a cabo.

#### 3.1.1. Evitar obstáculos.

Un par de infrarrojos son utilizados para identificar los obstáculos cercanos al robot. Estos se encuentran sobre el radar, el cual monitorea solamente la región frente al robot, que a su vez la unidad de procesamiento la divide en una región derecha e izquierda para definir la posición del obstáculo.

Los interruptores de contacto se ubican en la parte frontal del robot, y se acondicionan para abarcar las dos mismas regiones del monitoreo del radar. La identificación del interruptor activado por el choque con un obstáculo, se realiza por medio de un monitoreo constante por parte del CPU.

En ambos casos, cuando el robot localiza el obstáculo, envía el mensaje de “Upss obstáculo”, y la acción que realiza es cambiar la trayectoria hacia la región opuesta donde localizó el obstáculo.

#### 3.1.2. Configurar el juego de persecución.

La configuración del juego de persecución se realiza por medio del reconocimiento de voz. Para ello, se usan tres palabras claves que el robot puede identificar, y son: “juega” para que el robot navegue

en su entorno, “busca” para que el robot persiga al usuario, y “huye” para que el robot evite al usuario.

El modulo de reconocimiento de voz necesita almacenar en su memoria las palabras claves, antes de hacer el reconocimiento de las mismas. Estas dos opciones tienen su respectivo botón en el control de mando, y están a disposición del usuario para activarlas.

#### Guardar las palabras claves

El procedimiento que realiza la unidad de procesamiento para almacenar en memoria las palabras pronunciadas por el usuario inicia deteniendo el robot, con el fin de que el micrófono se mantenga en una misma distancia y orientación respecto al usuario. Después, borra la memoria del modulo y reproduce el mensaje de “memoria borrada”.

La rutina continua con la reproducción del mensaje “la acción a guardar es:” junto con la reproducción de la palabra clave “juega”, la cual el usuario debe de repetir cuando el led emisor de luz se encienda. Pero como el modulo de reconocimiento necesita hacer un promedio de dos palabras, el usuario debe de repetir la misma palabra cuando el led se apague.

La unidad de procesamiento se encarga de monitorear el bit de error del modulo de reconocimiento de voz, el cual indica si la palabra fue guardada con éxito. Si la palabra no fue guardada con éxito se reproduce el mensaje “la acción no fue guardada”, y se repite el proceso hasta que el usuario pueda guardarla, solo entonces se transmite el mensaje de “acción guardada en memoria”.

El procedimiento se repite para las demás palabras claves: “Busca” y “huye”, y una vez que el sistema termina almacenando en memoria las tres palabras pronunciadas por el usuario, se reproduce el mensaje de “memoria llena” y termina la función.

#### Reconocer las palabras claves

El procedimiento que realiza el CPU para reconocer las palabras pronunciadas por el usuario inicia deteniendo al robot, con el fin de que el usuario mantenga la misma distancia y orientación respecto al robot, similar al momento cuando guardó su voz en la memoria del modulo.

Después la unidad de procesamiento genera el mensaje “Que deseas que haga” y el usuario deberá

pronunciar una de las palabras claves en el momento en que se encienda el led emisor de luz.

Si el modulo de reconocimiento de voz no identifica la palabra pronunciada por el usuario, se transmite el mensaje “Acción no reconocida” repitiendo el proceso por tres ocasiones más, y si el modulo en estos tres intentos no reconoce la voz del usuario termina la rutina.

Pero si en alguno de estos intentos, el modulo de reconocimiento de voz identifica la palabra pronunciada por el usuario, se reproduce el mensaje “la acción deseada es:”, junto con la reproducción de la acción que fue reconocida, ya sea: ”jugar”, “buscar, o “huir”, para después habilitar el juego elegido por el usuario y finalizar la rutina.

#### 3.1.3. Llevar a cabo el juego de persecución.

Para que el usuario pueda llevar a cabo el juego de persecución, se asignan en el control de mando dos botones que son: el inicio y el de fin de juego.

Si la unidad de procesamiento identifica que el usuario presiona el botón de inicio de juego, también identifica la ubicación del usuario en una de las tres regiones que monitorea el radar, con esta información y dependiendo del juego habilitado, el robot toma sus decisiones para llevar a cabo sus objetivos.

Si la unidad de procesamiento identifica que el usuario presiona el botón de fin de juego, se transmite el mensaje de “fin de juego” y termina la rutina desactivando el juego de persecución.

#### 3.1.4. Controlar los movimientos del robot.

Para esta función, el usuario tiene a su disposición en el control de mando, 5 botones asignados para los movimientos del robot.

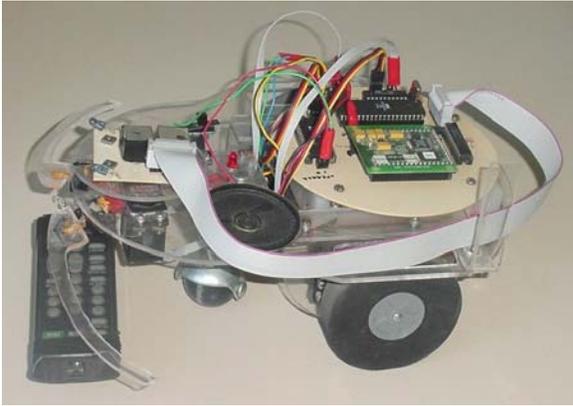
Cuando el usuario presiona uno de estos botones se establece una comunicación por infrarrojo con el robot, siendo la unidad de procesamiento la que se encarga de identificar la orden, y de controlar a los servomotores de tracción para realizar el movimiento.

#### 3.2. Especificaciones del robot

Material de base	Acrílico
Dimensiones	26*20*12 cms
Velocidad máxima	25 cm/s
Ubicación de obstáculos	20 cm
Enlace al control de mando	6 m
Consumo de corriente	700 mA

## 4. Conclusiones

La figura 7 muestra una foto del robot Maxcota, el cual cumple con el objetivo de ser un juguete interactivo, que presenta un comportamiento inteligente para realizar funciones de entretenimiento.



**Fig. 7. Fotografía del robot Maxcota**

### 4.1. Ventajas

La utilización de infrarrojos para el reconocimiento del medio ambiente, permite al sistema llevar a cabo la localización de obstáculos y del usuario usando los mismos detectores.

El empleo de servomotores para la dinámica del robot permite eliminar la etapa de potencia. Además, otra de sus ventajas es que solo necesita un modulador de pulsos variables para su control. Y gracias a su retroalimentación interna, el servomotor puede desplazarse a una posición angular específica.

La interfaz audible que se realiza a través del reconocimiento de voz y los mensajes pregrabados, forman una excelente interacción entre el robot y el usuario, creando una relación divertida y agradable.

El usar un transmisor comercial de televisión proporciona muchas ventajas al sistema, entre ellas están: una comunicación segura, una gran cantidad de botones para habilitar funciones, y una excelente distancia de enlace.

Otra ventaja del robot es la utilización de una sola fuente de energía basada en baterías comerciales que alimentan directamente a los componentes electrónicos y a los servomotores.

Por último, pero no menos importante, la utilización de 2 microcontroladores para dividir las funciones de la unidad de procesamiento, es una

ventaja que se refleja en el desempeño del robot, porque las capacidades de ambos elementos se unen para tener un mejor procesamiento.

### 4.2. Perspectivas

Un trabajo a futuro será mejorar el desempeño del radar, con el fin de precisar la localización del usuario, porque al dividir el entorno del robot a solo tres regiones, la toma de decisiones se encuentra limitada.

También se requerirá incluir el control de la velocidad de los servomotores de tracción, para mejorar el sistema de locomoción. De esta forma, el robot podrá desplazarse sin depender de la fricción de las superficies, y podrá cambiar los movimientos constantes y repetidos, por estrategias de movimiento para la toma de decisiones.

Es deseable incorporar una rutina de control que disminuya el consumo de corriente de los componentes electrónicos, porque de esta manera, en lugar de utilizar las baterías tipo C, se podría usar baterías AA para disminuir el tamaño, el peso, e incrementar la velocidad del robot.

Por último, se requerirá realizar un diseño óptimo de la estructura externa, e interna del robot, con el fin de darle una presentación al juguete, y de acondicionarlo para ser usado por niños.

## Referencias

Dieter R. Schmierer G. "Service Robots", AK Peters, 2002.

Nehmzow U. "Mobile Robotics: A practical introduction", Springer, 2000.

Everett H. "Sensors for mobile robots - Theory and applications", AK Peters, 1995.

Kortenkamp D. Bonasso R. "Artificial intelligence and mobile robots", 1998.

Murphy R. "Introduction to IA robotics", MIT, 2000.

Rodney A. "The early history of the new IA", MIT, 1999.