

Construcción de un Robot Móvil para Pruebas de Laboratorio

Arana González Lizet Verenice, Baliño González Rosa Isela, Cordero Victoria Isaac Jair,
Avecilla Rangel Francisco Javier.

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Informática.
Campus Juriquilla, Avenida de las Ciencias s/n, Juriquilla Querétaro, Qro. CP 76230
xavii38@gmail.com/co.jair@gmail.com

Resumen

Este proyecto tiene como objetivo diseñar y construir una herramienta práctica que ayude a docentes y estudiantes a reforzar los conocimientos de forma práctica.

El robot está conformado por 4 motores de corriente directa controlados con una tarjeta Arduino Mega que recaba información de su entorno por medio de 6 sensores ultrasónicos SR04; al mismo tiempo, se obtiene información sobre su posición gracias al uso de un módulo GPS y el envío de datos vía Bluetooth por medio de un Arduino UNO.

Palabras clave: Arduino, sensor ultrasónico, GPS, bluetooth.

1. Introducción

La robótica ha jugado un papel muy importante en la humanidad, lo cual nos ha permitido ir desarrollando máquinas para facilitar la vida del ser humano.

El desarrollo de robots móviles responde a la necesidad de extender el campo de aplicación de la robótica y el incrementar la autonomía de los mismos dejando en lo posible la intervención humana de lado. Para conocer mejor el tema de la robótica tenemos que conocer el significado de la palabra "robot", el cual aparece por primera vez en 1921, en la obra teatral "r.u.r" (rossum's universal robots) [1], en cuyo idioma la palabra "robota" significa fuerza de trabajo o servidumbre [2].

A si mismo podemos hablar que a partir del desarrollo de la computadora y de los circuitos integrados se logra elaborar el primer prototipo de un Robot en la década cuarenta. Dentro de dicha década podemos encontrar

La tortuga de Walter, presentada en 1948, que podía reaccionar ante la presencia de obstáculos, subir

pendientes y cuando su alimentación comenzaba a ser insuficiente, dirigirse hacia una posición de recarga [3] y años después la compañía unimates, introdujo el primer robot industrial en la General Motors en 1961.

Este proyecto surge con la intención de desarrollar una herramienta que nos ayude a poner en práctica nuestros conocimientos actuales, así como investigar y aplicar nuevos conocimientos.

En este artículo se hace una breve descripción de la metodología que se siguió durante el desarrollo del proyecto; en la primera sección se investigaron diferentes diseños de robot móviles y se seleccionó la configuración que consideramos óptima para dicho proyecto [1].

Posteriormente se determinaron los componentes (hardware) y materiales que habrían de utilizarse para la construcción del robot, tanto para locomoción (motores) como para el control del mismo (software); primero, se realizaron diversas pruebas a los componentes electrónicos con la finalidad de comprender mejor su funcionamiento previo a la instalación. A la par se desarrollaron tarjetas PCB para el control del giro de los motores.

En la Sección 3 se detalla el funcionamiento de los componentes en conjunto, las pruebas realizadas y las conclusiones del proyecto.

2. Investigación de Componentes

Una vez seleccionada la arquitectura del robot móvil, e investigaron las ventajas y desventajas de los diversos componentes que podían ser adquiridos, para finalmente adquirir aquellos que consideráramos fueran los óptimos; fue montado en una base de aluminio, debido a que es un material liviano y al mismo tiempo tiene suficiente resistencia para moverse.

2.1 Microcontrolador

Se realizó una investigación entre 3 diferentes microcontroladores, PIC, Arduino y FPGA; se tomaron en cuenta las ventajas y desventajas de diferentes modelos de los microcontroladores mencionados; finalmente se decidió utilizar Arduino por su facilidad en cuanto a la programación, versatilidad y la tarjeta de desarrollo permite realizar pruebas de forma más rápida y fácil.

El lenguaje de programación de Arduino en una implementación de “Wiring”, que es una lataforma de computación física basada en “Processing”.

Una de las grandes ventajas de Arduino, es que es un sistema multiplataforma, puede trabajar en sistemas operativos como Windows, Macintosh y Linux; también cabe mencionar que el software es de código abierto. Arduino está basado en los microcontroladores ATMEGA168, ATMEGA328 y ATEMEGA1280.

Los Arduinos seleccionados fueron:

- A. MEGA (control de motores y sensores).

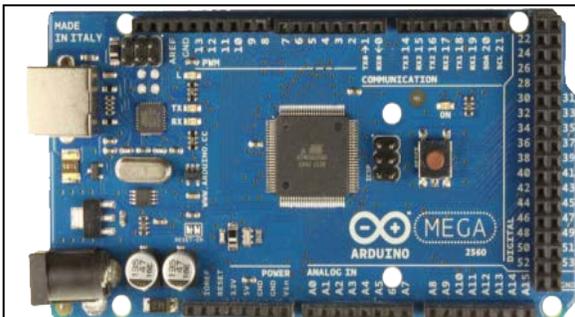


Fig. 1. Arduino Mega.

Especificaciones	
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada recomendado	De 7 a 12 V
Puertos de entrada analógicos	16
Puertos de entrada/salida digital	14 (6 proveen salida pwm)
Memoria FLASH	256Kb
Velocidad de reloj	16MHZ

Tabla. 1. Especificaciones Arduino Mega.

- A. UNO (para el GPS y comunicación Bluetooth).



Fig. 1.1. Arduino UNO.

Especificaciones	
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada recomendado	De 7 a 12 V
Puertos de entrada analógicos	6
Puertos de entrada/salida digital	14 (6 proveen salida pwm)
Memoria FLASH	32Kb
Velocidad de reloj	16MHZ

Tabla. 1.1. Especificaciones Arduino UNO.

La razón de hacer uso de dos Arduinos es que el GPS cuenta con un shield especialmente diseñado para el Arduino UNO.

2.2 Sensores

Para que el robot obtenga información del mundo exterior, se utilizaron sensores ultrasónicos modelo HC-SR04, que nos permiten medir distancias de forma rápida y confiable ya que difícilmente son afectados por las condiciones exteriores. Dado el ángulo con que es emitido el sonido, es necesario el uso de 6 sensores; 3 al frente y 3 detrás para cubrir el avance y retroceso del robot.



Fig. 2. Sensor Ultrasónico.

Especificaciones	
Voltaje de operación	5V
Frecuencia de trabajo	40KHz
Angulo eficaz	15°
Distancia de detección	De 2cm hasta 450cm
Disparo de la señal de entrada	Pulso de 10µs
Señal de salida	Frecuencia de la señal eléctrica 5V de alto nivel, y bajo nivel de 0V.

Tabla. 2. Especificaciones Sensor Ultrasónico.

2.3 GPS

El sistema de navegación por satélite ha sido una herramienta muy utilizada en los últimos años, una de sus aplicaciones más importantes es su empleo para la determinación de la posición de cierto usuario u objeto siendo el GPS (Global Positioning System) el nombre el sistema más extendido para este tipo de tareas.

Los sistemas de posicionamiento - radiolocalización- por satélite nos ofrece una referencia temporal muy precisa gracias a una constelación de satélites en el espacio es posible que los usuarios puedan obtener su posición en tres dimensiones: latitud, longitud y altura. [2]

Este componente al formar parte de dicho robot puede presentar grandes ventajas a futuro, una de ellas es la relación con la geodesia que facilitan mucho las medidas de terrenos de grandes extensiones e incluso lugares de difícil acceso.

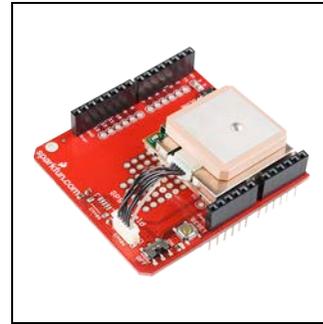


Fig. 3. Modulo GPS.

Especificaciones	
Canales	20.
Sensibilidad	-159 dBm.
Frecuencia	L1 1575.42 MHz.
Velocidad de actualización	1 us.
Corriente	44mA.
Voltaje	4.5 ~ 6.5V DC.

Tabla. 3. Especificaciones GPS.

2.4 Bluetooth

Para poder transmitir los datos obtenidos por el GPS a la computadora se hizo uso del Bluetooth BlueSMIRF-Silver (RN-42) de Sparkfun, el cual brinda ciertos beneficios, como un bajo consumo de energía, bajo costo, evita dependencia de una señal Wi-Fi, posee un alcance de hasta 18 metros, además de que la mayoría de las computadoras cuentan con bluetooth integrado ya que esta tecnología es estable, robusta y confiable.

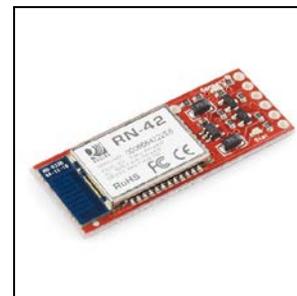


Fig. 4. Modulo Bluetooth.

Especificaciones	
Línea de comunicación serial	RX TX
Alcance	18mts.
Flujo de datos	Entre 9600 y 115200bps
Alimentación	De 3.3V hasta 6V
Temperatura de operación	-40 ~ 70C
Consumo de energía	25mA en promedio

Tabla. 4. Especificaciones Bluetooth.

3. Desarrollo

Se llevó a cabo una metodología para el desarrollo del robot móvil, es decir se dividió el proyecto en varias etapas realizando así una por una, esto nos permitió resolver los problemas que surgieron en pleno desarrollo de dicho robot.

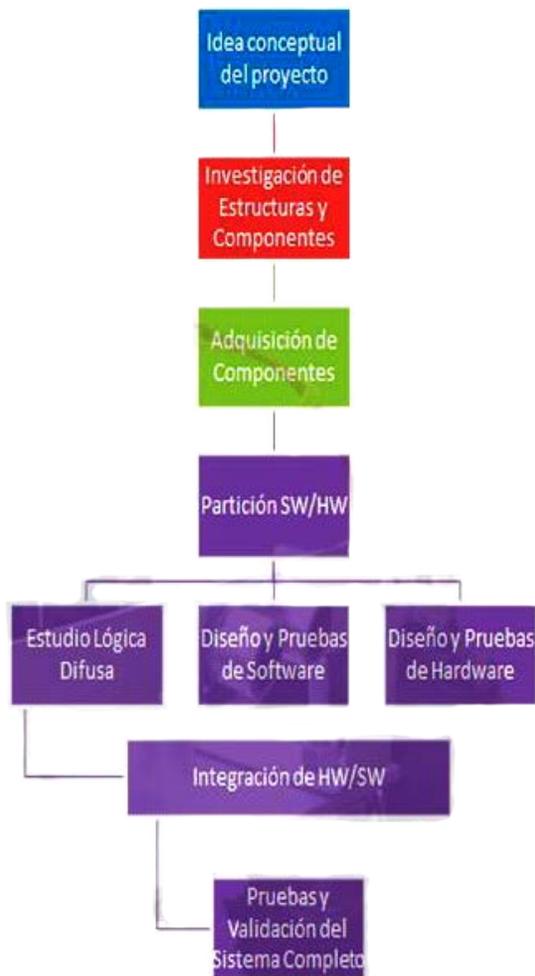


Fig. 5. Metodología de desarrollo.

Idea Conceptual. se debate sobre el diseño en general del robot, así como el propósito del desarrollo. En esta caso, lo que se busca es que el robot sea todo terreno y pueda evadir obstáculos.

Investigación de estructuras y componentes. Se analizan las ventajas y desventajas de diferentes componentes. Se realizan pruebas a los componentes, para verificar que los componentes seleccionados son adecuados para el diseño del robot.

Adquisición de componentes. En este punto se realiza la petición del recurso económico para la adquisición de los componentes.

Partición hardware/Software. Es necesario dividir el trabajo en la parte de software y de hardware, para una posterior integración. Esto es necesario para poder avanzar más rápido en el desarrollo del proyecto.

Lógica difusa. Es necesario tomar en cuenta las características de lógica difusa para que se pueda integrar el trabajo de manera correcta, especialmente al momento de comprobar la respuesta de diversos algoritmos.

Pruebas. Se realizan pruebas de funcionamiento de hardware y de software de manera separada, para comprobar la funcionalidad.

Integración de Hardware y Software. Una vez comprobado que cada parte de hardware y software funcionan adecuadamente por separado, es necesario realizar la integración de todos los módulos de hardware y software para llevar a cabo las pruebas finales.

Pruebas y validación del sistema completo. Una vez integradas todas las partes del robot, se realizan las pruebas para validar el correcto funcionamiento del robot.

Interacción de Componentes:

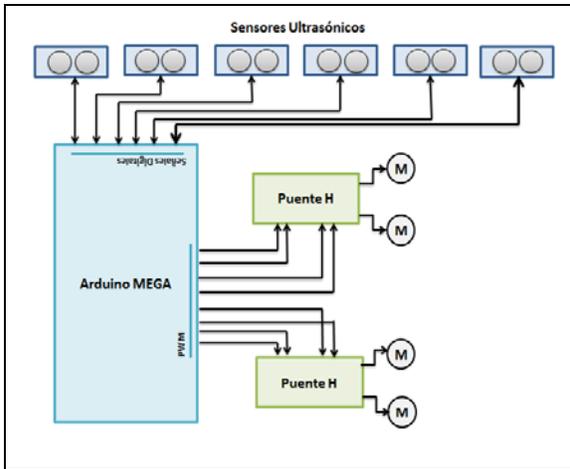


Fig. 6.1. Diagrama de bloques: Control de sensores & motores.

En la figura 6.1 se muestra la primera parte de la distribución de los componentes en su estado final; Esta primera parte corresponde al área de reacción del robot, ya que aquí se encuentran los 6 sensores ultrasónicos los cuales están encargados de recabar datos del entorno y posteriormente mandarlos al Arduino MEGA mediante señales digitales. Una vez que el Arduino obtiene dichos datos, es el encargado de procesarlos y de acuerdo a la programación dispuesta por el usuario, acciona los puentes H con diferentes señales PWM; Posteriormente los motores en la última línea de la conexión responden a los estímulos mencionados y giran desplazando el robot de forma correcta según se necesite.

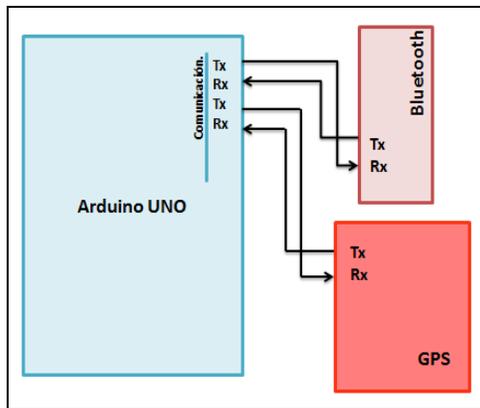


Fig. 6.2. Diagrama de bloques: Control de GPS & Bluetooth.

En la figura 6.2 se muestra la segunda parte de la conexión que conforma nuestro robot; En ella se muestra la interactividad que mantienen el GPS, el Bluetooth y el Arduino uno.

El robot móvil lleva implementado un módulo GPS el cual es el encargado de enviar los datos de geo posicionamiento que recaba, al micro controlador (Arduino UNO) quien los procesa y nos devuelve: la latitud, longitud, altitud, así como la fecha y la hora en que se encuentra nuestro robot en un momento determinado, estos datos son enviados por el Arduino vía inalámbrica empleando el canal de comunicación serial Tx del Bluetooth, a un dispositivo que cuente con tecnología Bluetooth.

4. Análisis de resultados

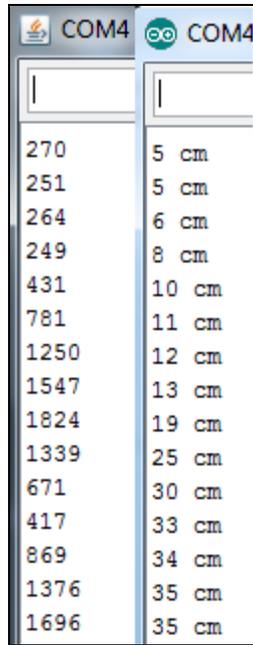
En base al estudio llevado a cabo y la información recabada durante este periodo nos percatamos de la importancia que conlleva la elección de los componentes de manera tal que estos nos brindarían una óptima respuesta a la exigencia de calidad que el proyecto demandaba; por ello las pruebas a las que estos fueron sometidos de manera independiente y en conjunto, nos proveen una certeza plena del buen desempeño del robot.

Durante la investigación establecimos que el robot mantiene una estrecha relación entre el peso y la potencia de los motores; lo cual refutamos mediante observaciones prácticas, a lo cual respondimos empleando una fuente de alimentación que permitiese al robot desplazarse con fluidez.

En base al objetivo planteado en un inicio, esta herramienta es útil con fines didácticos y satisface la necesidad de apoyo en material práctico para impartir algunas materias y contribuye a mejorar la comprensión de los estudiantes ya que provee al alumno una interacción amigable tanto en hardware como en software.

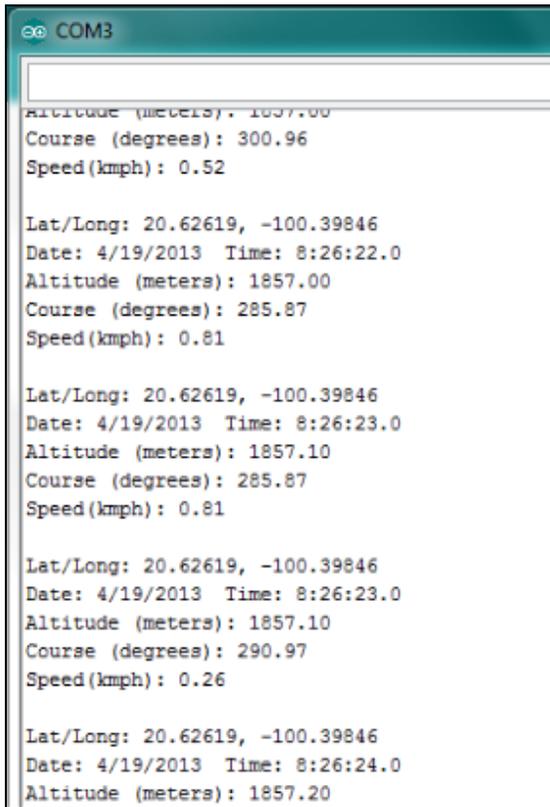
Dado que el sensor nos devuelve señales de voltaje, es necesario discretizar las mismas para poder comprenderlas y usarlas, en la figura se muestra un ejemplo: a la izquierda observamos el valor (en volts) devuelto por el sensor, y a la derecha observamos el mismo valor (en mts) después de haber sido procesado mediante una ecuación de equivalencia (volts - mts).

Datos recabados en una de las pruebas finales, en la imagen se puede apreciar la forma en que se despliega la ubicación del robot en un instante determinado.



270	5 cm
251	5 cm
264	6 cm
249	8 cm
431	10 cm
781	11 cm
1250	12 cm
1547	13 cm
1824	19 cm
1339	25 cm
671	30 cm
417	33 cm
869	34 cm
1376	35 cm
1696	35 cm

Fig. 7. Valores obtenidos de los sensores, izquierda el valor devuelto y derecha el valor discretizado.



```
COM3
Altitude (meters): 1857.00
Course (degrees): 300.96
Speed(kmph): 0.52

Lat/Long: 20.62619, -100.39846
Date: 4/19/2013 Time: 8:26:22.0
Altitude (meters): 1857.00
Course (degrees): 285.87
Speed(kmph): 0.81

Lat/Long: 20.62619, -100.39846
Date: 4/19/2013 Time: 8:26:23.0
Altitude (meters): 1857.10
Course (degrees): 285.87
Speed(kmph): 0.81

Lat/Long: 20.62619, -100.39846
Date: 4/19/2013 Time: 8:26:23.0
Altitude (meters): 1857.10
Course (degrees): 290.97
Speed(kmph): 0.26

Lat/Long: 20.62619, -100.39846
Date: 4/19/2013 Time: 8:26:24.0
Altitude (meters): 1857.20
```

Fig. 8. Información obtenida del GPS.

Conclusiones

El rápido avance de los sistemas computacionales embebidos, ha permitido el diseño y construcción de robots móviles con distintas finalidades, un uso muy importante que se les ha dado es la adquisición de datos con la finalidad de reducir las horas hombre en la misma actividad.

Este robot móvil presenta un avance importante a la hora de recabar datos de terrenos como son la altitud y longitud gracias a la implementación de un GPS.

Gracias a la escalabilidad del mismo, hay opciones a futuro de implementar mejoras y así contar con un sistema cada vez más robusto que pueda cumplir con más funciones.

Referencias

- [1]. Capek K. (2001). R.U.R. (Rossum's Universal Robots), New York: Dover
- [2]. Asimov I. (1961). I Robot. Doubleday.
- [3]. Baturone (2001). Robótica Manipuladores y Robots Móviles, Barcelona: MARCOMBO, S.A.
- [4]. Moore K., Davidson M., Bahl V., Rich S., Jirgal S. Modelling and Control of a Six-Wheeled Autonomous Robot, Proceedings of the American Control Conference, Chicago, Illinois, 2000.
- [5]. Huerta E., Mangiaterra A., Noguera G. "GPS Posicionamiento satelital." UNR Editora, Volumen 1, 136 pg., 2005.