

“Azkar-Bot”: El Robot de formación definitivo

Por Ignacio Angulo; Mikel Etxebarria y José M^a Angulo

A mediados del verano de 2010 ha tenido lugar la presentación y comercialización del microbot móvil de formación “Azkar-Bot”, diseñado y fabricado por Ingeniería de Microsistemas Programados (www.microcontroladores.com), que por sus excelentes características puede considerarse el paradigma de este tipo de máquinas destinadas a la formación e investigación de profesionales y aficionados, así como de los estudiantes de Formación Profesional e Ingeniería. Figura 1.

- Uso de micromotores de corriente continua, con reductora de 150:1 gobernados por un driver amplificador de corriente.
- Las tarjetas electrónicas homologadas se proporcionan montadas y ajustadas. La tarjeta de control se basa en el PIC16F887, que dispone de todos los recursos necesarios para desarrollar multitud de aplicaciones.
- El kit básico incluye varios sensores, dos de los cuales se encargan de detectar obstáculos y otros para el seguimiento de trayectorias.

las formas disponibles para resolver rápidamente cualquier problema que suceda en el montaje y aplicación del robot.

Cada una de estas características de Azkar-Bot añade un valor didáctico y práctico excepcional a un producto que por su bajo precio y su enorme capacidad de expansión, será una pieza insustituible en los laboratorios de los centros de enseñanza especializados.

El kit Básico

La construcción del sistema comienza con el montaje de una estructura abierta y ampliable, conformada por dos placas mecanizadas de metacrilato que implementan dos pisos en los que se alojan todos los componentes (motores, ruedas, sensores, drivers, batería y tarjeta de control). Figura 2.

Sobre la torre de dos pisos se alojan:

- Dos micromotores con reductora de 150:1
- Dos ruedas de 42 x 19 mm con cubiertas de goma, para una máxima tracción.
- Driver amplificador MSE-A100 para gobierno de los motores.
- Dos detectores MSE-135 para la detección de obstáculos.
- Un sensor IR de reflexión MSE-S110.2 para seguimiento de trayectorias.
- Tarjeta de control, PIC'Control, con un PIC16F887 a 4 MHz.

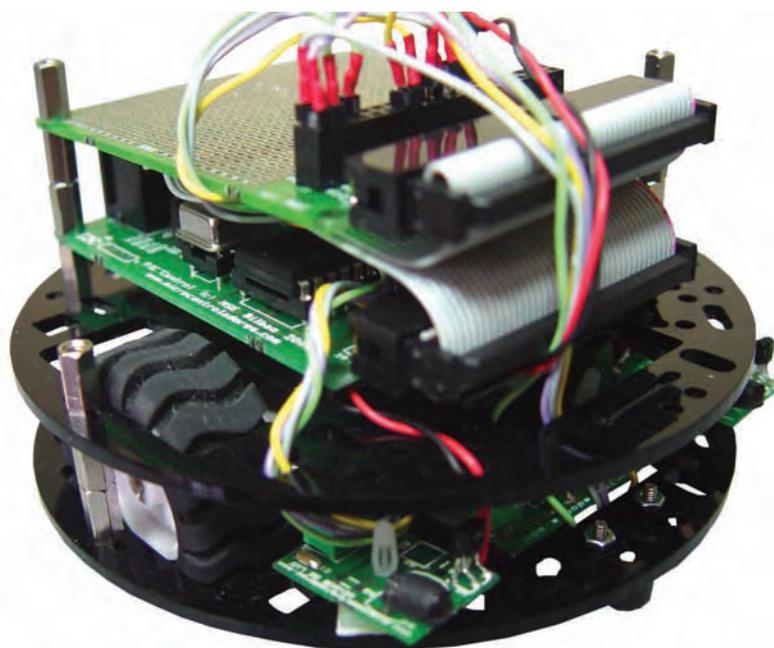


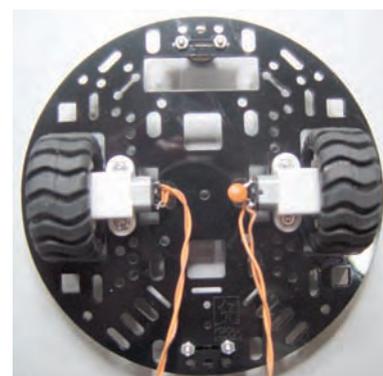
Figura 1. Fotografía del robot de formación e investigación Azkar-Bot.

Azkar-Bot es un sistema compacto, económico y modular, que partiendo de un kit básico puede ampliarse con todo tipo de elementos opcionales que permiten manejar tecnologías avanzadas como la navegación GPS, el reconocimiento y reproducción de la voz, multitud de sensores, etc. Algunos conceptos relevantes en el diseño de este robot son los siguientes:

- Presentación del producto en kit desmontado para que el usuario monte el robot pieza a pieza.
- Estructura de metacrilato de dos pisos, fácilmente ampliable para potenciar el sistema.

- Utilización de una tarjeta de montaje rápido sin soldadura para ampliar fácilmente la estructura básica.
- Manual de Usuario en castellano en CD-ROM conteniendo documentación técnica, librerías y aplicaciones resueltas, con sus programas en lenguaje C y Ensamblador.
- Departamento Técnico para la atención directa e inmediata a los usuarios. El teléfono, el correo electrónico y la visita personal –teléfono: 944230651, correo electrónico: info@microcontroladores.com, Internet: www.microcontroladores.com y domicilio: Alda Mazarredo 47-1º, 48009 Bilbao-, son

Figura 2. Sujeción de motores, ruedas y otros componentes sobre alguna de las dos placas de metacrilato.



- Tarjetas de prototipos PIC'Project para el montaje de prototipos y circuitos auxiliares.
- Manual de Usuario en castellano, con explicación del montaje paso a paso.
- Tarjeta de prototipos PIC'Project para propiciar el montaje a los aficionados y estudiantes.

En la Figura 3 se muestran los elementos que conforman la estructura mecánica del robot.

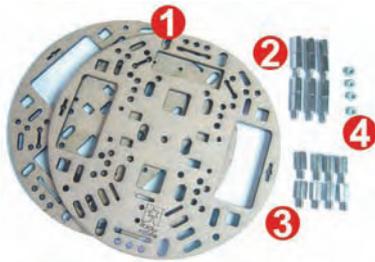


Figura 3. Piezas que conforman la estructura mecánica de Azkar-Bot. Placas circulares mecanizadas de metacrilato (1), separadores metálicos (2 y 3) y tuercas (4).

El sistema de tracción consta de los motores, las ruedas y los componentes auxiliares, que se muestran en la Figura 4.



Figura 4. Elementos del equipo destinados a la tracción de Azkar-Bot. Dos ruedas de 42 x 19 mm (1), dos micromotores (2), dos soportes (3) y dos bolas de acero que evitan el cabeceo frontal y posterior (4).

Finalmente, en la Figura 5 se presentan las cinco tarjetas electrónicas que dispone Azkar-Bot y que se entregan montadas. Constituyen el sistema electrónico de control del robot.

Aparte de los elementos citados, el kit básico requiere una alimentación que admite diversas alternativas tales como pilas recargables, alimentador AC/DC externo o batería LIPO.

Otro accesorio que no está incluido en el kit básico es el Depura-

dor/grabador ICD-PIC, que permite depurar y grabar los programas en circuito, o sea, sobre el propio robot montado y funcionando.

Montaje paso a paso

Una experiencia de gran valor para el usuario de cualquier robot es su construcción pieza a pieza. En el Azkar-Bot esta tarea es fácil y de duración aceptable. Una persona sin experiencia tarda unas dos horas en montar dicho robot. Las claras explicaciones del Manual de Usuario y la posibilidad de consultar cualquier problema en el Servicio Técnico ofrecen la seguridad total de un montaje perfecto.

El montaje comienza fijando los motores y las ruedas sobre una de las tarjetas circulares mecanizadas de metacrilato. Figura 6.

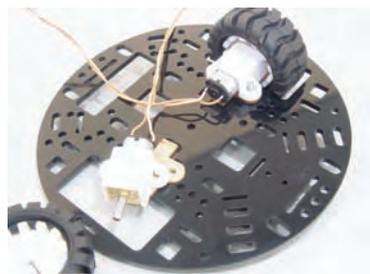


Figura 6. Fijación de los motores y las ruedas.

Posteriormente se colocan los detectores IR de obstáculos, modelo MSE-135, a ambos lados del driver amplificador de corriente para el gobierno de los motores. Figura 7.

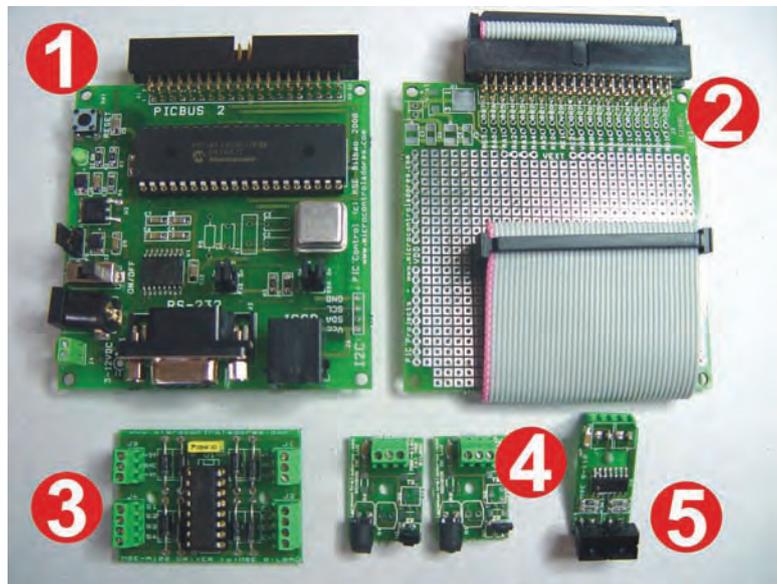


Figura 5. Las cinco tarjetas electrónicas del Azkar-Bot. 1: Tarjeta de control con el PIC16F887; 2: Tarjeta de prototipos PIC'Project; 3: Driver amplificador de corriente para los motores; 4: Dos detectores IR de obstáculos y 5: Sensores IR de reflexión.

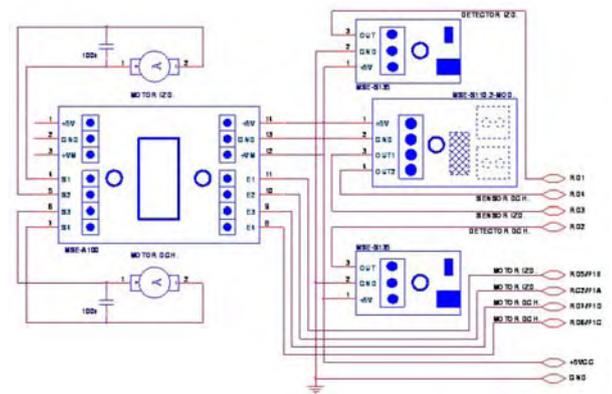


Figura 8. Esquema eléctrico del montaje.

Una vez efectuadas las operaciones anteriores se conecta, mediante cables, las líneas de alimentación y las conexiones de las líneas de Entrada/Salida del PIC de la tarjeta de control de acuerdo con el esquema eléctrico de la fig. 8. En la figura 9 se muestra el cableado entre los diversos elementos del Azkar-Bot y la batería LIPO recomendada para la alimentación.

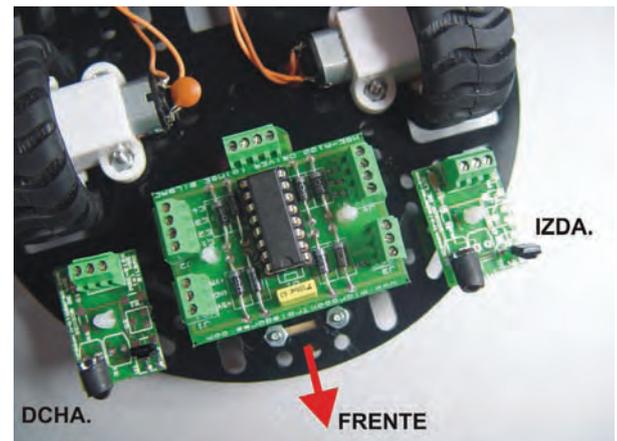
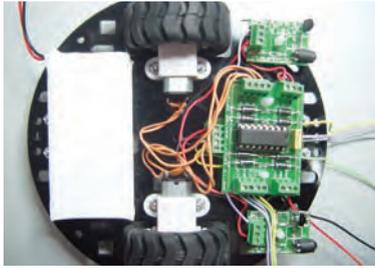


Figura 7. Los detectores IR de obstáculos van alojados a ambos lados del driver amplificador.

Figura 9. Cableado entre los diversos elementos del Azkar-Bot y la batería LIPO



En la parte superior de la otra placa de metacrilato mecanizado se colocan la tarjeta de control y la PIC'Project, formando una especie de sándwich.



Figura 10. La PIC'Project se sujeta mediante separadores metálicos sobre la tarjeta PIC'Control.

los ejercicios de este tema constituyen un excelente banco de pruebas para analizar el comportamiento de los micromotores con diferentes tipos de reductoras.

3ª Aplicación: COMPROBACIÓN DE SENSORES

Se comprueba el funcionamiento y la respuesta de cada uno de los sensores que incorpora el Azkar-Bot en su versión básica. Por ejemplo, en un ejercicio la activación del detector de obstáculos izquierdo provoca que el motor izquierdo realice un movimiento de retroceso. La activación del detector derecho origina un movimiento similar en el motor derecho. La activación de la cápsula izquierda del sensor IR de reflexión origina que ambos motores giren hacia la derecha una vuelta. La activación de la cápsula derecha provoca un giro similar hacia la izquierda.

4ª Aplicación: LA LÍNEA NEGRA

Es un programa con el que Azkar-Bot sigue el trazado de una línea negra dibujado sobre un fondo blanco. Figura 11.

Figura 12. Colocación del encoder de cuadratura en la rueda.

Aplicaciones básicas

En el CD-ROM que acompaña al robot Azkar-Bot se proporciona una colección de proyectos prácticos cuya misión es la de ayudar al usuario a familiarizarse con su manejo. Los programas fuente de cada uno de ellos se incluyen en lenguaje C y en Ensamblador. Además, también se facilitan dos librerías muy interesantes. La librería Mac_Azkar_Bot contiene las funciones destinadas al control de los motores en el modo "todo-nada". La librería Azkar_Bot proporciona las funciones necesarias para el gobierno de los motores mediante señal PWM, permitiendo regular su velocidad y su aceleración.

1ª Aplicación: MOVIMIENTO "TODO O NADA"

En este ejercicio se maneja la librería Mac_Azkar_Bot para llevar a cabo un conjunto de maniobras controlando los motores en el modo "todo o nada", con velocidad y aceleración constantes.

2ª Aplicación: MOVIMIENTOS REGULABLES

Se trata de producir movimientos de Azkar-Bot controlando la velocidad y la aceleración de los motores. Se utiliza la librería Azkar_Bot y

Aplicaciones avanzadas

El Manual de Usuario de Azkar-Bot propone una segunda colección de proyectos que se caracterizan por añadir nuevos sensores y accesorios opcionales –simples y económicos– a los que dispone en la versión básica.

Encoder de cuadratura

Para desarrollar los primeros ejercicios avanzados, se instala en cada rueda del robot un encoder de cuadratura, modelo POLOLU 1217, como se muestra en la Figura 12.



Figura 11. Momento de una competición de robots rastreadores de una línea negra.



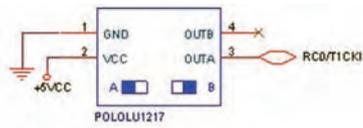
5ª Aplicación: EL EXPLORADOR

Azkar-Bot sigue una trayectoria libre intentando esquivar los obstáculos que encuentre en su camino.

6ª Aplicación: LA LAPA

Azkar-Bot intenta pegarse y seguir al objeto que se encuentra en su trayectoria delante de él

Para el funcionamiento del encoder se precisan dos líneas que le proporcionen la alimentación (GND y VCC). El dispositivo proporciona dos salidas (OUTA y OUTB). En los proyectos propuestos se conecta la salida OUTA con la línea RC0/T1CKI del PIC16F887. Figura 13.



Cada vez que los sensores del encoder detectan una transición de blanco (radio de la rueda) a negro (cubierta de la rueda), se genera un flanco ascendente en las salidas OUTA y OUTB. La detección de una transición de negro a blanco proporciona un flanco descendente en ambas salidas.

Sabiendo la duración de un pulso, se conoce el tiempo que el motor ha empleado en girar un radio de la rueda. Conociendo el número de radios y la anchura de cada uno se puede calcular la velocidad y el desplazamiento.

Se describen varios ejemplos de control de velocidad y desplazamiento junto a sus programas comentados.

Sensor ultrasónico SRF02

Se trata de un sensor simple y barato que posibilita muchas habilidades al robot. Se sujeta con cinta adhesiva en la parte frontal.

Como el detector ultrasónico se conecta mediante el interface I2C, se utilizan dos librerías que vienen en el CD-ROM que facilitan el diseño de proyectos. La librería I2C_16FXXX, que contiene las rutinas básicas para el control de un bus I2C en el que el PIC actúa como Master, y la librería SRF02_16FXXX, que incorpora las funciones propias para el control de un sensor SRF02.

Complementando al sensor SRF02 con un humilde zumbador piezoeléctrico, se describen y resuelven un conjunto de proyectos entre los que resaltamos los siguientes:

1º. Al acercarse al robot un objeto a una distancia inferior a la definida en el programa de aplicación en el parámetro "Distancia", se activa el zumbador.

2º. Azkar-Bot se comporta como un "perrito faldero". Sigue a todas partes al objeto que se encuentre a una distancia inferior a la fijada en el parámetro "Distancia" del programa del proyecto.

3º. El robot gira sobre sí mismo hasta que pase cerca de él un objeto a una distancia inferior al parámetro "Distancia" definida en el programa. Entonces se lanza sobre dicho objeto hasta alcanzarlo, momento en el que se detiene.

4º. Azkar-Bot sigue una línea negra sobre un fondo blanco. Si en su desplazamiento detecta a un objeto a una distancia inferior a la establecida en el parámetro "Distancia" del programa, se para hasta que se retire dicho objeto, activando al zumbador como alarma.

Figura 13. Conexión del encoder. La salida OUTA se conecta con la línea RC0/T1CKI.

Bibliografía

- Manual de Usuario del Azkar-Bot. Incluye un CD con información técnica, montaje paso a paso y colección de aplicaciones básicas y avanzadas, con los programas fuente en lenguaje C y Ensamblador, ampliamente comentados. Ingeniería de Microsistemas Programados, www.microcontroladores.com
- Información de las tarjetas de control PIC'Control y PIC'Project, www.microcontroladores.com.
- Información sobre sensores y accesorios para robots, www.microcontroladores.com.
- "Microcontroladores PIC. Diseño Práctico de Aplicaciones. PIC12F508 y PIC16F84A" Primera Parte, 4ª edición, Angulo, J.Mª; Etxebarria, M. y Angulo, I., ISBN: 978-84-481-5647-3, Mc Graw-Hill.
- "Microcontroladores PIC. Diseño Práctico de Aplicaciones. PIC16F87X y PIC18FXXX" Segunda Parte, 2ª edición, Angulo, J.Mª, Romero, S. y Angulo, I., ISBN: 84-481-4627-1, Mc Graw-Hill.
- "Microcontroladores PIC", Martín, E., Angulo, J. Mª y Angulo, I., ISBN: 84-9732-199-5, Editorial Paraninfo.
- "Tecnologías Avanzadas", Angulo, I; Etxebarria, M. y Angulo J. Mª. 2009. ISBN: 978-84-96300-84-2, Creaciones Copyright.