

El hexápodo camina

Montaje mecánico de un microbot

Eugenio Martín Cuenca

Antes de seguir, recordamos a nuestros lectores que de entrada se va a describir el *kit* StampBug de la empresa inglesa Milford Instruments (www.milinst.demon.co.uk/). Cuando se abre la caja que contiene el *kit*, lo primero que llama nuestra atención es una placa de circuito impreso (PCB) de doble cara y serigrafiada en la que se han marcado las diferentes partes que forman el cuerpo del robot. Acompañando a esta placa, encontramos tres «servos» de la casa SuperTEC, un microcontrolador PIC pregrabado con el intérprete PBasic y una EEPROM 93L56 que contiene el programa, además de un disquete de respaldo con el código fuente. Además hay varias piezas mecánicas que se emplearán en el montaje.

Los lectores no deben desanimarse en este punto, pues aunque el robot está basado en una de las versiones del módulo STAMP1 de Parallax, en éste y posteriores artículos se darán todas las explicaciones necesarias para que pueda ser sustituido el STAMP1 sin ningún problema por un PIC16F84 o por un Módulo-01 como más les pueda interesar.

El STAMP1 en que se basa el StampBug no es el típico Módulo Stamp1 que se presentó en nuestro primer artículo (julio/agosto 1999), aunque sí se compone de los mismos elementos. En esta ocasión el STAMP1 se entrega como un PIC16C56 con el intérprete PBasic previamente grabado en él, una memoria EEPROM 93L56 para almacenar el programa del usuario y un resonador de 4 MHz.

El software

Debido a que el programa fuente PBasic que acompaña al hexápodo es propiedad del fabricante, éste no puede ser incluido en el artículo. Para sustituirlo, hemos hecho algo mejor, hemos escrito nuestro propio programa de control del robot en C. Para ello hemos empleado el compilador C2CWes, que como ya conocen los lectores

Retomamos de nuevo la tarea de construir un robot hexápodo. Recomendamos repasar el primer artículo de robótica bioinspirada (enero de 2000, pág. 253), donde se explicaba con detalle el funcionamiento de los servomotores y se incluía un programa para el control de los mismos.

asiduos a nuestra sección está completamente en castellano y además pueden obtener una versión *shareware* a prueba desde <http://cartis.ugr.es/C2Cosp.htm>. Dado que este mes sólo se va a describir el montaje mecánico del StampBug, el organigrama y listado de este programa se publicarán en el siguiente artículo.

En su momento, para comprobar las aseveraciones que estamos indicando, sólo será necesario grabar un PIC16F84 con el programador MultiPIC (ver «Imagen 2»). A continuación, retirar del robot el PIC

pregrabado y la memoria EEPROM, y colocar en su lugar nuestro PIC16F84. El robot funcionará correctamente.

Para aquellos lectores que se lancen a su completa construcción, pueden emplear un Módulo-01SM (ver «Imagen 3»), tres «servos» que pueden adquirir en cualquier comercio de radiomodelismo y el panel de trabajos manuales.

Ensamblado mecánico

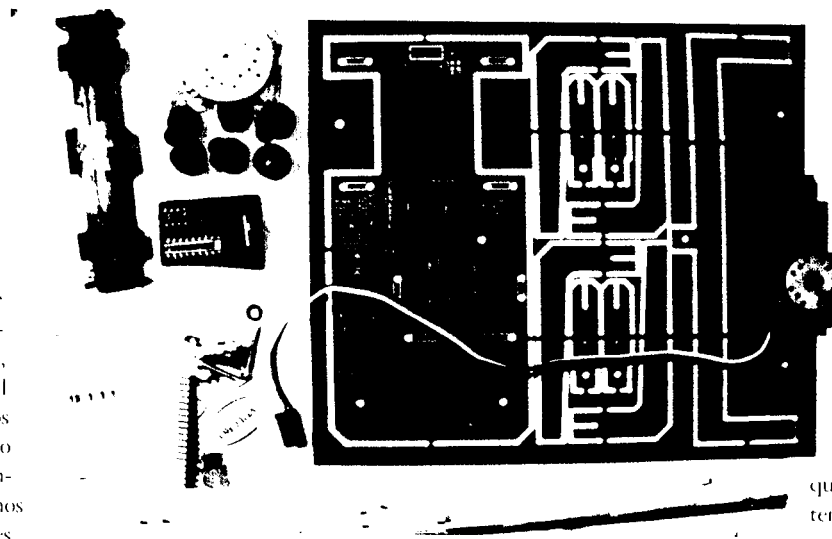
Como puede apreciarse en la «Imagen 4», el cuerpo del robot lo forma la placa de circuito impreso (PCB) de mayor tamaño, que incluye además las pistas para el funcionamiento del PIC STAMP1 y su EEPROM. Se deben soldar todos los componentes electrónicos tal y como se indica en el manual. Una vez colocados y soldados todos los componentes electrónicos sobre esta placa, se pasará a montar las patas del hexápodo.

El robot dispone de dos tipos de patas diferentes: las centrales que están formadas por una sola pieza y que por tanto no hay que ensamblar, y las cuatro de los extremos que son iguales entre sí y se componen de dos piezas. Debemos comenzar pegando estas dos piezas que componen cada una de

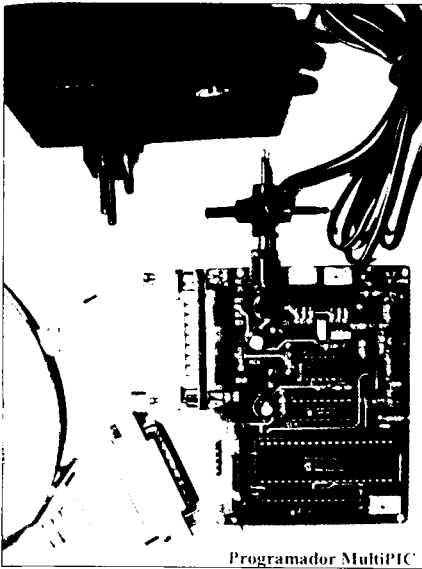
las patas delanteras y traseras, como se ve en la «Figura 1».

Debe emplearse un buen pegamento; en nuestro caso hemos usado cianocrilato como SuperGlue o similar, y el resultado ha sido satisfactorio. Obsérvese!

En la figura de las patas ensambladas, donde se aprecian dos orificios, uno pequeño para la inserción del alambre que realiza la función de tendón y otro mayor que permite fijar la pata a la placa principal.



Contenido del *kit* StampBug de la empresa inglesa Milford Instruments.

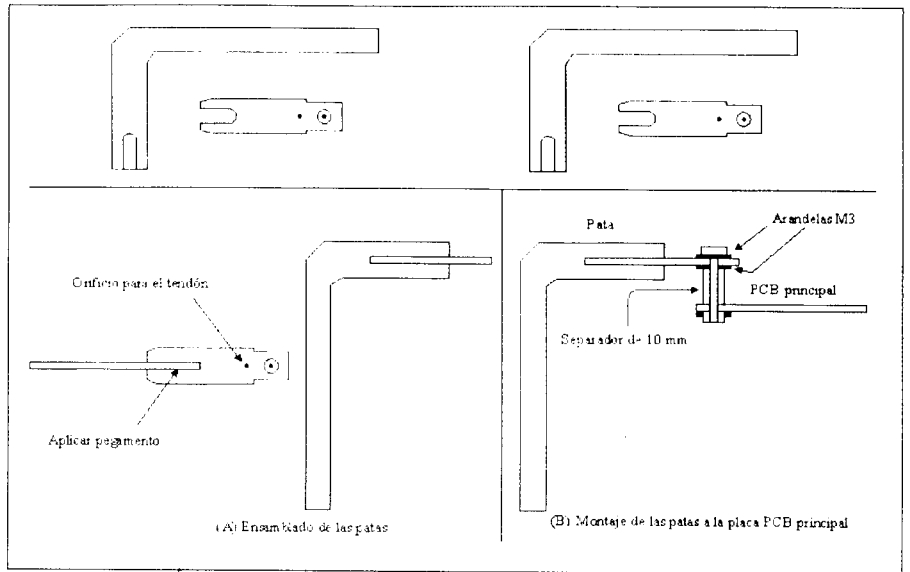


Programador MultiPIC

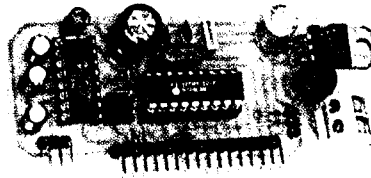
«Imagen 2». Programador MultiPIC.

En la parte B de la «Figura 1» y la «Imagen 5» se muestra el ensamblado de las patas a la placa principal. Para conectar las patas se adjuntan separadores de 10 mm, para el tornillo, que permiten rotar a la pata. Se colocan tres arandelas M3 para que el tornillo quede estacionario, pero sin apretar al máximo y por tanto permitiéndole girar. Para fijar las patas traseras al los «servos» basta con retirar el tornillo y posteriormente fijar la pata. Conviene aplicar algo de cianocrilato una vez centrada correctamente la pata.

En este punto se pasa a soldar las antenas, que están constituidas por dos alambres de acero de unos 150 mm, de largo a los que se ha dado la forma adecuada (ver «Imagen 6») y dos tubos de cobre de 10 mm, donde se introduce cada antena y se fijan. En la placa principal se encuentran dos *jumpers*, cada uno de ellos con dos *pines*, por medio de los cuales



«Figura 1». Esquemas que muestran el ensamblado de las patas.



«Imagen 3». Aspecto del Módulo-01SM.

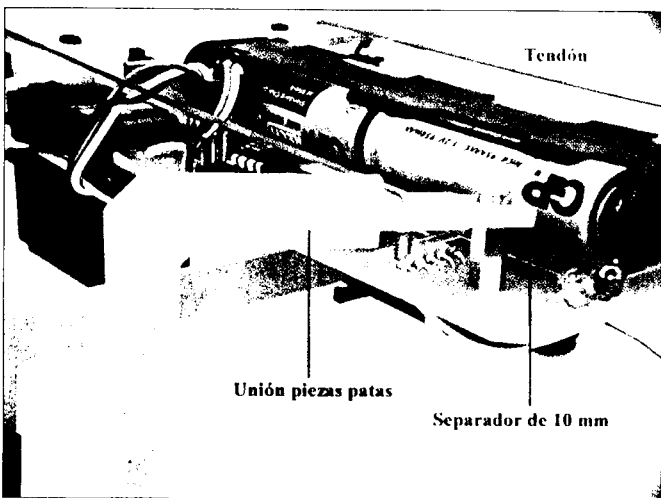
pasa cada una de las antenas. Los *pines* de estos *jumpers* tienen como función detectar el contacto de las antenas, derivando a masa los *pines* del microcontrolador PB2 y PB1.

Debe asegurarse por tanto que en posición normal las antenas no contacten con ellos y que esto sólo ocurra cuando se produzca el choque con una superficie durante la marcha del hexápodo, momento en que el microcontrolador interpretará la existencia de un obstáculo y dejará de avanzar en ese sentido. Para soldar las antenas al cuerpo deberá usarse un

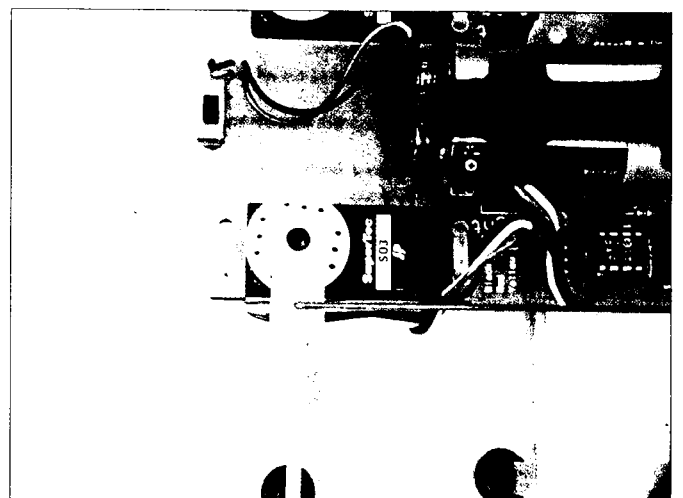
soldador de unos 35 vatios para que las superficies se calienten adecuadamente.

En las fotografías puede verse claramente la fijación de los «servos» SuperTec S03 JP mediante bridas de plástico de las empleadas corrientemente por los electricistas. El «servo» derecho e izquierdo deben sujetarse por la parte inferior del PCB. En la «Imagen 7» se presenta el «servo» de las patas del lado derecho, dado que se utiliza para mover la pata trasera y delantera de ese lado mediante un tendón de acero. Los tendones son dos alambres de acero de unos 120 mm, de largo terminados en ángulo recto con unos 10 mm.

A continuación debemos colocar el «servo» central, que es el que se encarga del movimiento de las patas centrales. Debe conectarse de forma que quede paralelo al PCB principal. Habrá que colocarlo de tal forma que la rueda del «servo» no toque la



«Imagen 5». Ensamblado de las patas a la placa principal.



«Imagen 7». Detalle del «servo» de las patas del lado derecho.

PC Práctico

Robótica bioinspirada (II)

superficie de la placa de circuito impreso; para ello, si es necesario se puede introducir un cartoncito entre el «servo» y el PCB.

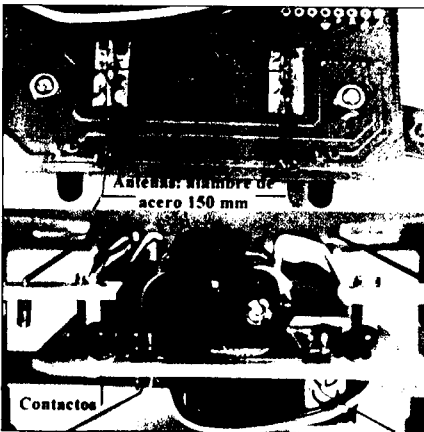
El fabricante ha introducido en el programa una pequeña rutina para el centrado de los «servos». Así, si encendemos el robot activando la antena izquierda, dicha rutina se ejecuta centrando la posición de los «servos» de las patas traseras y delanteras llevándolos a una posición media. El «servo» central puede calibrarse también intercambiando momentáneamente su conexión con uno de los «servos» laterales, mientras que la rutina de calibración lo centrará.

Una vez montado el hexápodo deberá parecerse a lo que se observa en la «Imagen 9». Conectando el pack de 4 pilas alcalinas de 1,5 voltios (6 voltios) podemos dar por finalizado el montaje mecánico del mismo.

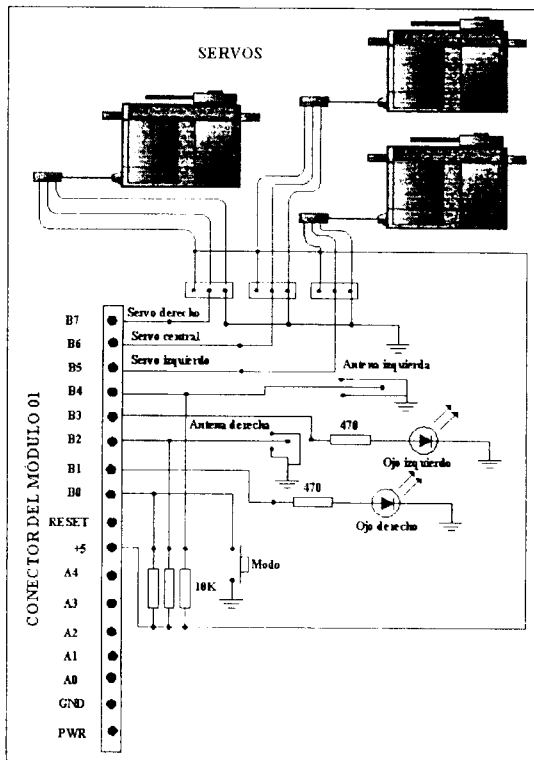
Finalizamos el StampBug

El robot está terminado y preparado para ser lanzado al mundo. Habrá que colocarlo sobre una superficie plana y activar la alimentación. En ese momento el StampBug comenzará a andar hacia delante hasta que una de sus antenas contacte con un obstáculo. Cuando suceda esto, en primer lugar el robot retrocederá y posteriormente girará en sentido contrario al de la antena que ha detectado el obstáculo.

Si el terreno no es muy liso, un *jamper* permite que las patitas centrales se inclinen en mayor medida, posibilitándole caminar por terrenos más accidentados. Las pilas deben haberse colocado en posición centrada, para evitar que afecte a la estabilidad del hexápodo. Para fijar las pilas al cuerpo pueden emplearse unos trozos de «velcro».

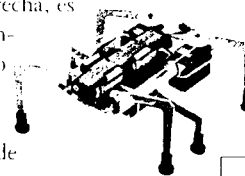


«Imagen 6». Detalle de las antenas que permiten detectar obstáculos.



«Figura 2». Conexiones entre el Módulo-01SM y los diferentes elementos del hexápodo.

Si nuestro robot tiene tendencia a irse hacia la izquierda o la derecha, es posible corregir este comportamiento modificando el programa. El valor central viene determinado por pulsos de 1,5 ms. de duración en un rango de 1 a 2 ms. (ver artículo de enero del 2000). También puede ajustarse la longitud del paso, modificando estos valores, aunque debe tenerse en cuenta que pasos de mayor longitud hacen que el robot sea menos estable. (sobre todo si se levanta mucho la pata izquierda central).



Esquema eléctrico

Al ser éste propiedad del fabricante no podemos facilitar el esquema eléctrico ni el listado del programa. Esto no es óbice para facilitarlos un esquema eléctrico («Figura 2») y un programa que os permita construir vuestro propio robot. Este mes proponemos nuestro esquema eléctrico utilizando el Módulo-01, que ya se empleó en el anterior artículo sobre control de «servos», y el mes que viene se detallará nuestro propio programa en C acompañado de su organigrama y de las explicaciones sobre el algoritmo para caminar.

Dicho programa puede emplearse para controlar tanto este hexápodo StampBug, como cualquier otro construido por nosotros. Para ello basta con grabar el programa en C haciendo uso del grabador MultiPIC en un PIC 16F84 y posteriormente retirar el PIC pregrabado del fabricante la EEPROM, y enchufar nuestro PIC 16F84 ya grabado.

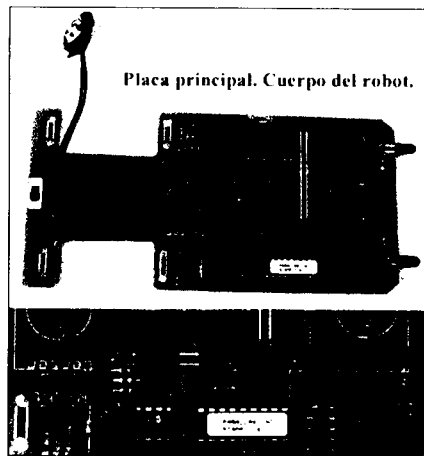
Las necesidades de control son las siguientes: control de tres «servos» (el central mediante PB6, el derecho con PB7 y el izquierdo con PB5), dos antenas para detección de obstáculos



«Imagen 9». Hexápodo ya montado.

(derecha con PB2 e izquierda con PB4), dos diodos electroluminiscentes rojos que simulan los ojos (izquierdo con PB3 y derecho con PB1) y el modo de caminar — según el terreno — con PB0.

Mientras que en el *kit* no quedan *pines* libres, en el Módulo-01 nos quedan libres todos los *pines* del puerto A, que son cinco líneas de entrada y salida que se emplearán en posteriores capítulos para la conexión de diferentes tipos de sensores como los de infrarrojo, los de ultrasonidos y los PIR.



«Imagen 4». Placa de circuito impreso principal.

Más información
 Martín Cuenca, E.,
 Angulo J.M. y Angulo, I.
 (1999).
 -Microcontroladores
 PIC. La solución en un
 chip-. Paraninfo-ITP.
 Los lectores interesados
 en adquirir los diferentes
 kits como el MultiPIC,
 así como el compilador
 de C en español
 encontrarán información
 detallada en
<http://curtis.ugr.es>
 o pueden solicitarlo
 directamente al autor
 del artículo

ES ▶ **Dr. Eugenio Martín Cuenca**
emartin@goliat.ugr.es
<http://curtis.ugr.es/Microcont-01.htm>
 Ing. José María Moreno Balboa