

ROBOT RASTREADOR: EL PRIMER PROFESOR DE LA CARRERA

José M^a Angulo Usategui, Aritza Etxebarria Ruiz, José Luis Gutiérrez Temiño, Javier García Zubía e Ignacio Angulo Martínez

*Facultad de Ingeniería. Universidad de Deusto
jmangulo@eside.deusto.es*

RESUMEN

Los autores de este artículo describen una herramienta novedosa que están utilizando con bastante éxito para la motivación de los alumnos que comienzan el primer curso de carreras técnicas de Ingeniería. Se trata de un pequeño robot móvil gobernado por un microcontrolador y programable en lenguaje BASIC. Su construcción, puesta a punto, programación y aplicación proporciona a los estudiantes una actitud positiva ante su profesión y especialmente en las áreas de Electrónica y Programación.

1. LOS ALUMNOS QUE LLEGAN A LA UNIVERSIDAD

Es posible y deseable que sólo suceda en nuestra Universidad, pero los profesores del primer curso cada año que pasa echan más en falta a los alumnos que ingresan en las carreras técnicas:

- Hábito de estudio
- Manejo y consulta de libros
- Interés o vocación por la profesión elegida

La carencia de estas cualidades hace que sea muy difícil motivar y convencer a los nuevos estudiantes a desarrollar la labor que tienen encomendada. La consecuencia de estas circunstancias es el elevado porcentaje de repetidores, lo que origina que la duración media de los estudios se alargue cuando menos un año de los previstos, cuando no son dos o tres. Ha comenzado a ser común considerar al primer año en la Universidad como el de "adaptación", dándose por perdido.

En un intento de mejorar esta sombría situación algunos profesores del Departamento de Arquitectura de Computadores y Electrónica Básica de la Universidad de Deusto con la colaboración especial del Director del Departamento de Informática del colegio Vizcaya, D. Aritza Etxebarria Ruiz, hemos diseñado una herramienta didáctica que ha comenzado a generar buenos resultados y que pretende tender un "puente de oro" en el primer cuatrimestre para que los actuales alumnos se entusiasmen y comprendan los conceptos fundamentales que rodean la programación y la Microelectrónica, tecnologías principales en la formación de numerosas especialidades de Ingeniería.

Quizás con la nueva programación que se implanta desde el próximo curso y que incluye en 3º y 4º de ESO la construcción de un robot y su programación cambien un poco las cosas y consiga que las nuevas generaciones lleguen a la Universidad algo convencidas de lo bonito, fácil y productivo que resultan las nuevas tecnologías.

2. LOS SELLOS MÁGICOS DE PARALLAX

La base de nuestro robot reside en una tarjeta microcontroladora de Parallax, empresa americana de prestigio mundial que vende sus productos a fabricantes de todo tipo de aparatos y procesos, y muy especialmente a los centros educativos de EE.UU. donde se utilizan en la educación obligatoria de chavales de 14 y 15 años.

Parallax fue creada por dos jóvenes estudiantes de Ingeniería que diseñaron unos pequeños módulos basados en un microcontrolador que facilitaban enormemente la implementación del hardware y la creación del software de los proyectos. Dichos módulos constaban, además del microcontrolador, de una memoria EEPROM y la circuitería precisa para su adaptación al PC, siendo capaces de gobernar todo tipo de periféricos mediante un lenguaje tan sencillo como el BASIC.

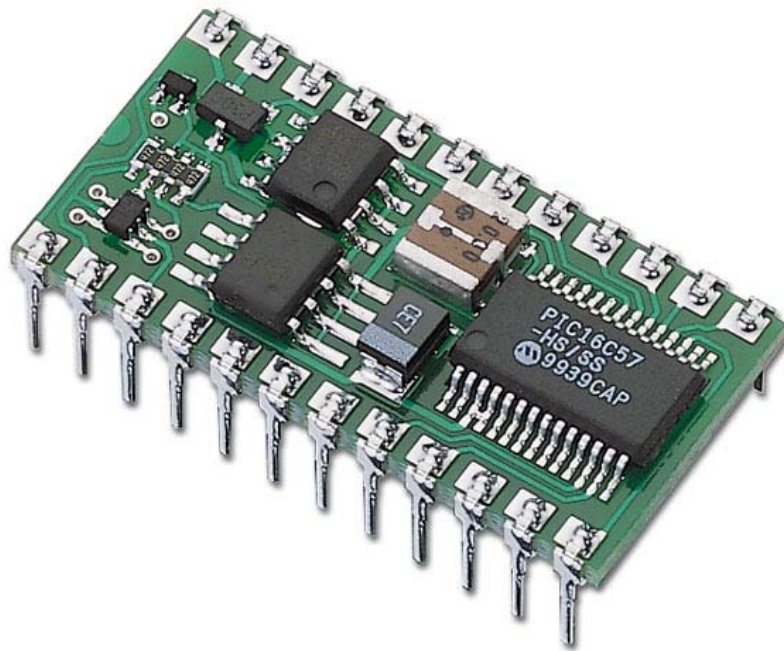


Figura 1.- Fotografía de un módulo de Parallax.

El usuario sólo debe conectar los dispositivos a controlar a las líneas de E/S del módulo y confeccionar el programa en un lenguaje similar al que usamos para comunicarnos. Ese lenguaje permite con cinco instrucciones hacer parpadear un diodo LED:

```
INICIO:
HIGH 5      ' Saca un nivel alto por la patita de E/S 5, que tiene conectado al
            ' LED
PAUSE 200   ' Espera 200 ms
LOW 5       ' Saca un nivel bajo por la patita 5
PAUSE 200   ' Espera 200 ms
GOTO INICIO ' Vuelve a ejecutar la instrucción de la etiqueta INICIO
```

Complicando un poco más el programa se controla un cruce de semáforos, se consigue que un altavoz genere una canción de amor y se gobierna el giro de unos motores que mueven un robot. Con este lenguaje y con la simplificación del hardware es posible convencer al alumno que no se va a esforzar mucho en llegar a realizar grandes proyectos.

3. LA TARJETA HOME WORK

Nuestra finalidad perseguía que el alumno construyese algo atractivo para él, como es un robot móvil programable y que una vez puesto en marcha desarrollara un programa de aplicación, que podía ampliar sin límites. Para que la tarjeta microcontroladora le pudiese servir de entrenamiento y realizar pequeños experimentos de manipulación del lenguaje seleccionamos la tarjeta Home Work, que aparece en la fotografía de la figura.

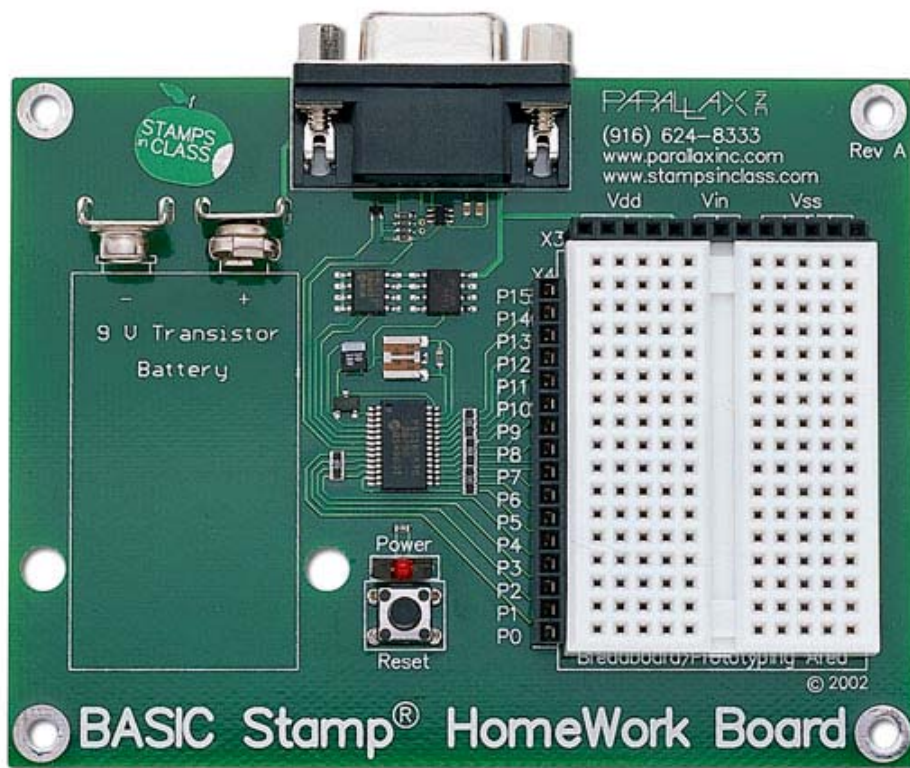


Figura 2.- Fotografía de la tarjeta Home Work.

La Home Work dispone de un microcontrolador PIC16C57 en cuya memoria de código se halla grabado el Intérprete del lenguaje PBASIC. También soporta una memoria EEPROM donde se almacena el programa PBASIC y la circuitería auxiliar encargado de la adaptación al PC donde se edita el programa PBASIC y del conexionado de las patitas de E/S con los dispositivos a controlar en la aplicación.

4. LA ESTRUCTURA DEL ROBOT

Un condicionante para que la máquina pudiesen construirla la mayoría de los alumnos era su coste. Se nos impuso un PVP de 100 Euros lo que nos obligó a proponer inicialmente una

estructura de madera pintada que soportaba los servomotores que movían las ruedas motrices, una rueda loca, la tarjeta Home Work, los sensores optoelectrónicos y un pack para 4 pilas de 1,5 V.

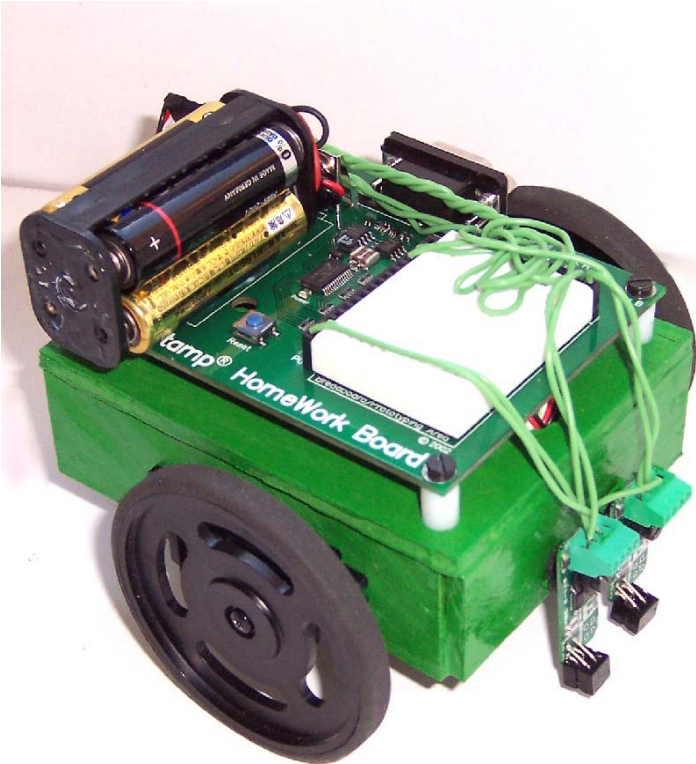


Figura 3.- Fotografía del robot visto desde arriba.

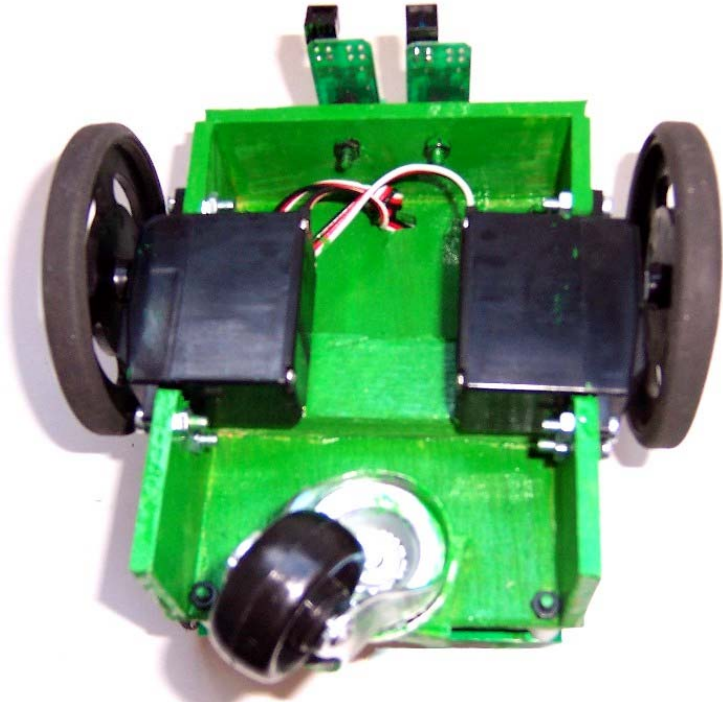


Figura 4.- Fotografía del robot en la que se aprecian los servomotores que controlan el movimiento de las ruedas motrices.

5. PROGRAMANDO LA TAREA

La tarea encomendada al robot debía contener cierto encanto y dificultad para entretener a los alumnos, por eso elegimos que siguiese el trazado de una línea blanca sobre el fondo negro. Para reconocer el blanco y el negro se utilizan dos sensores optoelectrónicos de reflexión (CNY70) que constan de un emisor que emite un haz de rayos infrarrojos y un receptor que los recibe si la superficie en la que han chocado los refleja. Según la superficie sea blanca o negra existe o no dicha reflexión y la salida del sensor es de nivel alto o bajo. La colocación de los sensores es tal que uno de ellos debe seguir la línea blanca y el otro el fondo negro. Mientras se mantenga esta situación el robot avanza en línea recta. Sin embargo cuando el sistema microcontrolador detecta que ambos sensores están sobre superficie blanca o ambos sobre superficie negra, hace girar al robot para volver a encontrar la situación de partida.

6. LAS DOS RUTINAS ESENCIALES

Para demostrar la simplicidad de la programación en PBASIC se describen las dos rutinas principales de la tarea.

Los sensores optoelectrónicos se acoplan a las líneas de E/S 0 y 1 del módulo microcontrolador. Dichas líneas deben configurarse como entradas de información, para poder posteriormente leer el estado que introducen y valorar la situación (blanco y negro, dos blancos o dos negros). Mediante la instrucción DEBUG se puede mostrar en la pantalla del PC el valor de estas dos líneas.

```
'{$STAMP BS2}
INPUT 0 'Establecemos la patita 0 como ENTRADA para leer los sensores
INPUT 1 ' Patita 1 también como ENTRADA
LEER: 'Etiqueta de salto para hacer un bucle
DEBUG DEC IN0, DEC IN1, CR 'Muestra en decimal el estado de las entradas 0 y 1
PAUSE 500 'Espera 500 milisegundos
GOTO LEER 'Salta a la etiqueta LEER y así permanece en un bucle infinito
```

La otra rutina de interés es la que se encarga del movimiento de los servos, que disponen internamente de la circuitería electrónica para ser gobernados mediante un tren de impulsos de anchura variable. Para generar estos impulsos se usa la instrucción de PBASIC **PULSOUT** a la que acompañan dos parámetros, el primero determina la patita por la que salen los impulsos y el segundo la anchura del impulso. Un servo está conectado a la patita 12 y el otro a la 13. Aprender a mover el robot a la velocidad y dirección deseada es sólo cuestión de practicar con los valores de las anchuras de los impulsos aplicados a los servos.

```
FOR pulses=1 TO 10 ' Repetimos el bucle 10 veces para apreciar el movimiento
    PULSOUT 12 , 1000 ' Por la patita 12 mandamos una señal de pulsos
    PULSOUT 13 , 500 ' Por la patita 13 mandamos otra señal de pulsos
NEXT ' Cerramos el bucle
```

Se propone el programa completo de la tarea con comentarios que ayudan a su comprensión

```
' {$STAMP BS2}
' Programa Rastreador de líneas
' Autor: Aritza Etxebarria.
' -----[ Constantes ]-----
LMotor      CON      13      ' Servo motor izquierda
RMotor      CON      12      ' Servo motor derecha
LFwdFast    CON      1000    ' Motor izquierda Avanza
LRevFast     CON      500     ' Motor izquierda Avanza
```

```

RFwdFast      CON      500      ' Motor derecha avanza
RRevFast      CON      1000     ' Motor derecha retrocede
' -----[ Variables ]-----
lineBits      VAR      Nib      ' Lectura de los sensores en una única
variable
lineLeft      VAR      lineBits.BIT1  ' Lectura Sensor izq. Es el bit 1 de
linebits
lineRight     VAR      lineBits.BIT0  ' Lectura derecha. Es el bit0 de linebits
pulses       VAR      Byte      ' Variable auxiliar
velocidad     CON      1         ' Variable velocidad: establece el n° de
movimientos que hacemos en cada situación
' -----[ Principal ]-----
INPUT 0      ' Patita 0 entrada
INPUT 1      ' Patita 1 entrada
Main:        ' Inicio del programa
  GOSUB LeeSensores      ' Leemos las entradas
' En caso de cada lectura actuamos en consecuencia
  BRANCH lineBits, [NegroNegro,NegroBlanco,BlancoNegro,BlancoBlanco]

NegroNegro: 'La lectura de los dos sensores es negro
  ' Giramos a derecha el robot
  FOR pulses= 1 TO velocidad
    PULSOUT LMotor,lfwdfast ' El motor izquierdo avanza rápido
    PULSOUT RMotor,RrevFast ' El motor derecho retrocede rápido
    PAUSE 20                ' Con este movimiento conseguimos un giro a derecha
  NEXT
  GOTO Main                  ' Volvemos a leer

NegroBlanco: ' La lectura es Negro y Blanco
  ' El robot esta en el camino correcto y debe avanzar
  FOR pulses= 1 TO velocidad
    PULSOUT LMotor,lfwdfast ' Motor izquierdo avanza rapido
    PULSOUT RMotor,RfwdFast ' Motor derecho avanza rapido
    PAUSE 20
  NEXT
  GOTO Main ' Volvemos a leer

BlancoNegro:
  ' Giramos a izquierda
  FOR pulses= 1 TO velocidad
    PULSOUT LMotor,lrevfast ' Motor izquierdo avanza rapido
    PULSOUT RMotor,RfwdFast ' Motor derecho retrocede rapido
    PAUSE 20                ' Conseguimos así un giro a izquierda
  NEXT
  GOTO Main ' Volvemos a leer

BlancoBlanco:
  ' Giramos a izquierda el robot
  FOR pulses= 1 TO velocidad
    PULSOUT LMotor,lrevfast ' Motor izquierdo avanza rapido
    PULSOUT RMotor,RfwdFast ' Motor derecho retrocede rapido
    PAUSE 20                ' Conseguimos así un giro a izquierda
  NEXT
  GOTO Main ' Volvemos a leer

' Rutina de lectura de los sensores
LeeSensores:
  lineleft = IN0 ' Asignamos al bit 0 de linebits, el valor de la patita 0
  lineright = IN1 ' Asignamos al bit 1 de linebits, el valor de la patita 1
  RETURN

```

7. LA VISIÓN COMERCIAL

Se precisaron algunas modificaciones estéticas y de estructura para conseguir el visto bueno comercial. Fundamentalmente estos cambios, que se materializan en el robot final de la figura 5, pueden resumirse en tres apartados:

1. El armazón del robot se hizo con una tarjeta de circuito impreso preparada y diseñada al efecto.
2. Se pintaron los faldones de armazón para aparentar un robot filoguiado.
3. Se utilizan los módulos “Conectar&Funcionar” para adaptar todo tipo de sensores y resolver muchas aplicaciones.

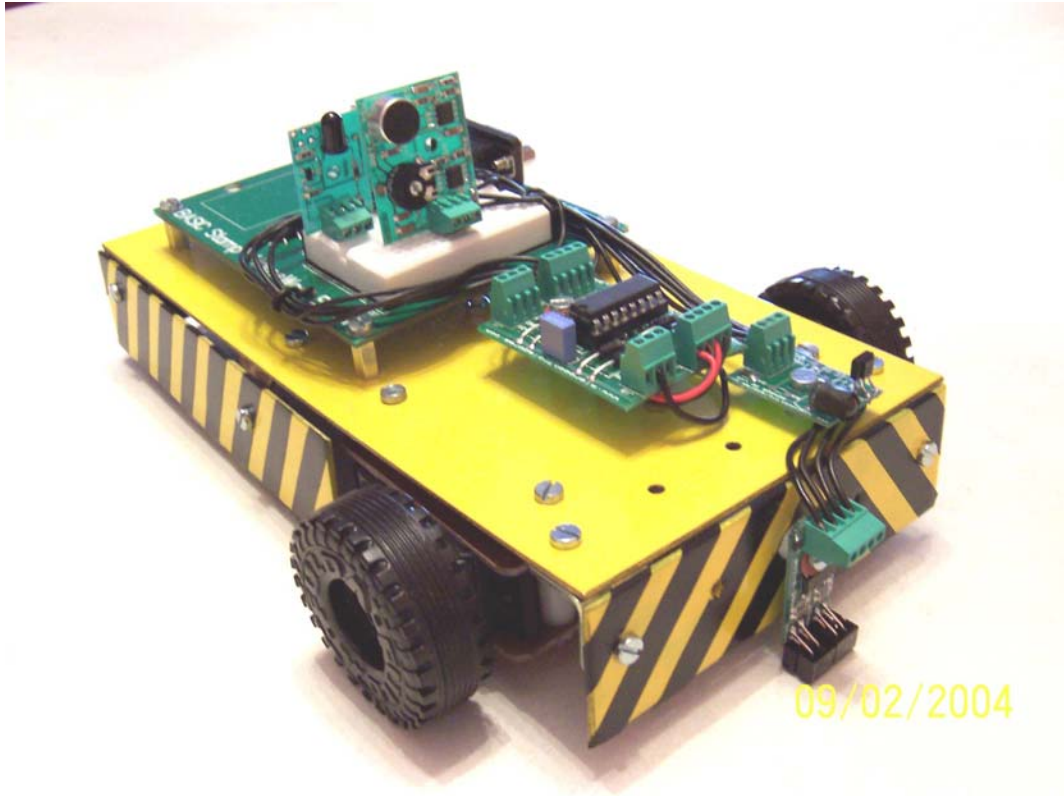


Figura 5. Robot con el acabado comercial

8. CONCLUSIONES Y POSIBILIDADES

Podemos asegurar que estamos obteniendo excelentes resultados con esta herramienta que no termina con esa motivación inicial sino que puede irse ampliando curso a curso hasta alcanzar proyectos verdaderamente importantes.

El desarrollo del ingenio descrito ha sido soportado económicamente por Ingeniería de Microsistemas Programados S.L., que lo comercializa en forma de kit.

Los autores consideran que si este tipo de herramientas comienzan a utilizarse en la formación de los alumnos de la ESO, el Bachillerato y la Formación Profesional, cuando ingresen en las Universidades para recibir la formación más solicitada del momento que es la Ingeniería, tendrán germinada la semilla de la vocación. Lo demás, para estas generaciones tan inteligentes, es "pan chupao".

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Angulo, J.M.; Romero; S. y Angulo, I, *Diseño Práctico con Microcontroladores. Los sellos mágicos de Parallax*, Editorial Thomson Paraninfo, 2004.
- [2] Angulo, J.M.; Romero ; S. y Angulo, I, *Microbótica*, 2002

- [3] Angulo, J.M.; y Angulo, I, *Microcontroladores PIC: Diseño Práctico de Aplicaciones. Primera Parte*, 3ª edición, Editorial Mc Graw Hill, 2003.
- [4] www.parallax.com
- [5] www.microcontroladores.com